

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



Матеріали
VII Міжнародної
науково-практичної конференції
пам'яті І. І. Мартиненка
та з нагоди 85-річчя
Таврійського державного агротехнологічного університету
«Енергозабезпечення технологічних процесів»

м. Мелітополь
8-9 червня 2017 року

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції пам'яті І. І. Мартиненка та з нагоди 85-річчя Таврійського державного агротехнологічного університету «*Енергозабезпечення технологічних процесів*» (8-9 червня 2017 року). – Мелітополь: ТДАТУ, 2017. - 116 с.

У збірнику містяться матеріали доповідей, які представляють результати досліджень у галузі електроенергетики, електротехніки, електромеханіки та автоматизації. Видання розраховане на науковців, аспірантів, студентів, фахівців, які працюють за напрямками конференції.

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

<i>Кюрчев В. М.</i>	ректор ТДАТУ, чл.-кор. НААНУ, д.т.н., професор (ТДАТУ)
<i>Назаренко І. П.</i>	декан енергетичного факультету, д.т.н., професор (ТДАТУ)
<i>Надикто В. Т.</i>	проректор з НР, директор НДІ механізації землеробства півдня України, чл.-кор. НААНУ, д.т.н., професор (ТДАТУ)
<i>Дідур В. А.</i>	завідувач кафедри технічного сервісу в АПК, академік ВШУ, академік МААО, д.т.н., професор (ТДАТУ)
<i>Діордієв В. Т.</i>	завідувач кафедри електроенергетики і автоматизації, академік МААО, д.т.н., професор (ТДАТУ)
<i>Квітка С. О.</i>	завідувач кафедри електротехніки і електромеханіки, к.т.н., доцент (ТДАТУ)
<i>Козирський В. В.</i>	директор Навчально-наукового інституту Енергетики і автоматики, д.т.н., професор (НУБіП)
<i>Лисиченко М. Л.</i>	перший проректор, завідувач кафедри автоматизованих електромеханічних систем, д.т.н., професор (ХНТУСГ)
<i>Мороз О. М.</i>	директор Навчально-наукового інституту енергетики та комп'ютерних технологій, завідувач кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту, д.т.н., професор (ХНТУСГ)
<i>Яковлев В. Ф.</i>	завідувач кафедри електротехнічних систем в АПК та фізики, к.т.н., професор (СНАУ)
<i>Мартиненко О. І.</i>	доцент інженерного факультету (Університет Далхаузі)
<i>Постолатій В. М.</i>	завідуючий Лабораторією керованих електропередач, академік АН Молдови, д.х.т.н. (Інститут енергетики Академії наук Молдови)
<i>Прищепов М. О.</i>	проректор з наукової роботи, директор науково-дослідницького інституту механізації електрифікації сільськогосподарства, д.т.н., доцент (Білоруський державний аграрний технічний університет)
<i>Шабала С. М.</i>	PhD, Тасманський університет
Відповідальні секретарі:	
<i>Нестерчук Д. М.</i>	к.т.н., доцент, ТДАТУ
<i>Кашикар'юв А. О.</i>	к.т.н., доцент, ТДАТУ
<i>Лобода О.І.</i>	к.т.н., ТДАТУ
<i>Ковальов О.В.</i>	к.т.н., доцент, ТДАТУ

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1.

РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ПЕРЕДАЧІ І ПЕРЕТВОРЕННІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	9
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ СТРУМУ ВИТОКУ В МЕРЕЖІ 0,38 кВ У ТВАРИННИЦЬКОМУ ПРИМІЩЕННІ	10
Козирський В.В., Майбородіна Н.В., Герасименко В.П. НУБіП України ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут	
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ НАПОРУ ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСУ	11
Островерхов М.Я., Бурик М.П. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»	
ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ОСЕРДЯ ТА МЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ.....	13
Вовк О.Ю., Квітка С.О., Квітка О.С. Таврійський державний агротехнологічний університет Філія м. Миколаєва Центрального округу ПАТ «Миколаївобленерго»	
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ МТА.....	15
Вороновский И.Б. Таврический государственный агротехнологический университет	
РАЗРАБОТКА ПРОГНОЗНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «МЕЛИТОПОЛЬСКИЕ ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ»	17
Катюха И.А. Таврический государственный агротехнологический университет	
ДОСЛІДЖЕННЯ ВТРАТ АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В АСИНХРОННОМУ ЕЛЕКТРОДВИГУНІ.....	19
Квітка С.О., Вовк О.Ю., Квітка О.С. Таврійський державний агротехнологічний університет Філія м. Миколаєва Центрального округу ПАТ «Миколаївобленерго»	
СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВЫБОРА СИЛОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК	21
Корнус Т.М., Логвин К.А., Добров Б.С., Закуцкая В.О. Запорожский национальный технический университет	

ПРИНЦИПИ РОЗРАХУНКУ ВТРАТ НА ВИХРОВІ СТРУМИ У ЕЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦІЇ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ... 23	Кулагін Д.О., Волков М.А. <i>Запорізький національний технічний університет</i>
РОЗРАХУНКОВА СХЕМА АНАЛОГА ЛЯМБДА-ДІОДА НА ПОЛЬОВИХ ТРАНЗИСТОРАХ 25	Курашкін С.Ф., Попова І.О. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГРУППОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МЕХАНИЗМОВ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ТЭЦ..... 27	Лазуренко А.П., Черкашина Г.И., Кругол М.М. <i>Національний технічний університет «Харьковский политехнический институт»</i>
ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АККУМУЛЯТОРОВ И УПРАВЛЯЕМЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ КАК РЕЗЕРВА БАЛАНСИРУЮЩИХ МОЩНОСТЕЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ УКРАИНЫ 29	Лазуренко А.П., Черкашина Г.И., Ивахнов А.В. <i>Національний технічний університет «Харьковский политехнический институт»</i>
ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ ВИТРАТОМІР-ЛІЧИЛЬНИК ДЛЯ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ 31	Нестерчук Д.М. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ РЕЖИМУ ОБ'ЄДНАННЯ НЕЙТРАЛЕЙ ДЖЕРЕЛА І АСИНХРОННОГО ДВИГУНА 33	Попова І.О., Курашкін С.Ф. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>
АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ЗЕРНООЧИСНО-СУШИЛЬНИХ АГРЕГАТІВ 35	Постнікова М. В. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>
ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ АСИНХРОННИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ В СИСТЕМАХ ЗРОШЕННЯ 37	Соломаха О.В. <i>ТОВ «НВП «Преобразователь-комплекс»</i>

РОЗРОБКА СПОСОБУ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В АСИНХРОННОМУ ЕЛЕКТРОДВИГУНІ ПРИ ЙОГО ЗМІННОМУ ЗАВАНТАЖЕННІ	38
--	----

Стребков О.А.

Таврійський державний агротехнологічний університет

СЕКЦІЯ 2.

ЕЛЕКТРО- ТА НАНОТЕХНОЛОГІЇ.....	40
--	-----------

ЕЛЕКТРИЧНИЙ ФІЛЬТР ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ОЛИВ	41
--	----

Назаренко І.П., Коваль Д.М.

Таврійський державний агротехнологічний університет

ВИМОГИ ДО СПЕКТРАЛЬНОГО СКЛАДУ ФОТОСИНТЕЗНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ	43
--	----

Червінський Л.С., Луцак Я.М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ РАСТЕНИЙ В ТЕПЛИЦЕ	45
--	----

Червинский Л.С., Луцак Я.Н.

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИНТЕЗАТОРІВ ЧАСТОТИ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ РЕФЛЕКТОМЕТРІЇ.....	47
---	----

Борохов І.В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

ВИЗНАЧЕННЯ ШТУЧНИХ ДЖЕРЕЛ ОСВІТЛЕННЯ У КОНТЕКСТІ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ, ТА АНАЛІЗ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ЇХ ВИРОБНИЦТВА	49
---	----

Василенко О.О., Семерня О.В.

Сумський національний аграрний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН В ПРОРОСТАННІ НАСІННЯ ПІД ВПЛИВОМ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО І МАГНІТНОГО ПОЛІВ	51
---	----

Гулевський В.Б., Стьопін Ю.О., Перова Н.П.

Таврійський державний агротехнологічний університет

ПЕРЕДПОСІВНА ОБРОБКА ГОРОХУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ ПОЛЕМ НАДВИСОКОЇ ЧАСТОТИ НВЧ.....	53
--	----

Гулевський В.Б., Стьопін Ю.О., Перова Н.П.

Таврійський державний агротехнологічний університет

АВТОМАТИЗОВАНИЙ АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЙ У ТЕПЛИЦЯХ.....	55
---	----

Кашкарьов А.О.

Таврійський державний агротехнологічний університет

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ БІОДИЗЕЛЯ 56

Кушлик Р.В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ БІОПАЛИВНИХ КОМПОЗИЦІЙ ОБРОБЛЕНИХ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ 58

Кушлик Р.Р.

Таврійський державний агротехнологічний університет

РОЗПОДІЛ ЕМП ПОБЛИЗУ ГАЗОВОГО РОЗРЯДУ ІНДУКОВАНОГО КРАПЛЕЮ ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ОЛІЇ 61

Лобода О.І., Залеський А.В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

М. ФАРАДЕЙ, Д. МАКСВЕЛЛ ТА ІСТОРІЯ ТЕОРІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ 64

Мельник О.О.

Таврійський державний агротехнологічний університет

ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ МЕТОД І ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ ТЕРАПІЇ ГІНЕКОЛОГІЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ТВАРИН 67

Попрядухін В.С.

Таврійський державний агротехнологічний університет

СЕКЦІЯ 3.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ 69

ОБЩЕСИСТЕМНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АГРАРНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ 70

Диордиев В.Т., Диордиев А.А.

Таврический государственный агротехнологический университет

УЧЕБНЫЙ САЙТ ELECTRICITY.ZP.UA КАК НОВАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ 71

Тиховод С.М., Козлов В.В., Корнус Т.М., Яценко Т.М.

Запорожский национальный технический университет

ДО ПИТАННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ Й ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИРОБІВ КАБЕЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ТРАНСФОРМАТОРОБУДУВАННЯ 73

Безотосний В.Ф., Козлов В.В., Набокова О.В.

Запорізький національний технічний університет

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ 75

Ковальов О.В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

КЛАСИФІКАЦІЯ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНИХ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ ПО ТЯГОВИМ КАТЕГОРІЯМ	78
Кулагін Д.О., Яценко Д.В. <i>Запорізький національний технічний університет</i>	
НЕЧІТКІ АДАПТИВНІ ПІД-РЕГУЛЯТОРИ ТА МЕТОДИКА ЇХ НАСТРОЮВАННЯ	80
Лобода О.І. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ПАРАМЕТРІВ ЧАСТИНОК ДОМІШОК ВОДНИХ РОЗЧИНІВ	83
Морозов М.В., Мовчан С.І. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВПЛИВУ ПРОНИКНЕННЯ ОПТИЧНОГО ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В ПОКРИВ БДЖІЛ	85
Прудка О.А., Кунденко М.П. <i>Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенко</i>	
ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ЕНЕРГООЩАДНОЇ	87
Сабо А.Г., Речина О.М. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	
ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ У МАЛІ ТЕПЛИЧНІ ГОСПОДАРСТВА	89
Сабо А.Г., Кашкарьов А.О. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	
ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ СУШКИ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ВИХІДНОГО ПРОДУКТУ СУШІННЯ	91
Тодоріко О.М. <i>викладач вищої категорії Новокаховський агротехнологічний коледж Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	
НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПАРАМЕТРІВ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЗМІННОЇ СТРУКТУРИ	94
Чаусов С.В. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	

СЕКЦІЯ 4.**АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ТА ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ.....96****ОЦІНКА ГРАДІЄНТІВ ГЕНЕРУЮЧОЇ ПОТУЖНОСТІ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК..... 97**

Кузнецов М.П., Лисенко О.В.

*Інститут відновлювальної енергетики**Таврійський державний агротехнологічний університет***КОМПАКТНЫЕ УПРАВЛЯЕМЫЕ САМОКОМПЕНСИРУЮЩИЕСЯ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА 99**

Постолатий В.М., Быкова Е.В.

*Інститут Енергетики Академії Наук Молдови***ВИРОБНИЦТВО БІОВУГІЛЛЯ З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ..... 102**

Клюс В.П., Жовмір М.М., Клюс С.В.

*Інститут відновлюваної енергетики НАН України***КОГЕНЕРАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ ВДЕ В АПК.. 104**

Жарков А.В., Жарков В.Я.

*Таврійський державний агротехнологічний університет**Сумський національний аграрний університет***СИНТЕЗ СТРУКТУРИ МЕРЕЖ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВ АПК, ЩО МІСТЯТЬ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ 106**

Заболотний А.П.

*Запорізький національний технічний університет***ПРОБЛЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОЇ ТА СТІЙКОЇ РОБОТИ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК ВИСОКОЇ ТА НАДВИСОКОЇ НАПРУГИ..... 108**

Ніценко В.В., Кулагін Д.О.

*Запорізький національний технічний університет***ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОТОКОВ ЭНЕРГИИ ПРОЦЕССА ЗАМОРАЖИВАНИЯ ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ..... 111**

Постол Ю.О., Стручаев Н.И.

*Таврический государственный агротехнологический университет***ПОКАЖЧИК АВТОРІВ..... 113**

СЕКЦІЯ 1.

**РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
ПРИ ПЕРЕДАЧІ І ПЕРЕТВОРЕННІ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

УДК 631.362-546

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ СТРУМУ ВИТОКУ В МЕРЕЖІ 0,38 кВ У ТВАРИННИЦЬКОМУ ПРИМІЩЕННІ

Козирський В.В.^{*}, д.т.н.,**Майбородіна Н.В.**^{**}, к.ф.-м.н.,**Герасименко В.П.**^{**}

e-mail: syavagvp@rambler.ru

^{*} НУБіП України^{**} ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут

Постановка проблеми. Підвищення надійності захисту від небезпечних струмів витоку в мережі 0,38 кВ у тваринницькому приміщенні.

Постановка завдання. Завданням дослідження є визначення закономірностей процесу формування величини струму витоку в залежності від виду навантаження, яке необхідне для технологічного процесу у тваринницьких приміщеннях.

Основні матеріали досліджень. При проведенні експериментального дослідження використовувалася спеціальна вимірювальна апаратура - кліщі струмові багатофункціональні UNI-T UT201 та мультиметр V&A VA18B, який можна підключати до ноутбука чи комп'ютера через роз'єм USB, та трансформатор струму, що дозволяє фіксувати диференціальний струм витоку на землю. На основі отриманих результатів виникає необхідність дослідження окремих елементів мережі, а саме технологічного обладнання: освітлювального, електротермічного та електродвигунів.

Експериментально отримані результати вимірювання для кожного з видів навантаження показують різницю в максимально можливих величинах в залежності від виду навантаження [1].

Висновок. Найбільший так званий "фоновий" струм витоку виникає в електродвигунах, величина якого сягає до 30 мА.

Список використаних джерел

1. Козирський В.В. Вимірювання струму витоку в мережі 0,38 кВ у тваринницькому приміщенні / В.В. Козирський, В.П. Герасименко, Н.В. Майбородіна // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія "Техніка та енергетика АПК". К.: ВЦ НУБіП України, 2015. Вип. 224, С.6 – 11.

УДК 681.515

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ НАПОРУ ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСУ

Островерхов М.Я., д.т.н.,

Бурик М.П., к.т.н.

e-mail: burykm@ukr.net

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Постановка проблеми. Для перекачування відцентровими насосами рідин у різних галузях народного господарства витрачається мільярди кВт·год електроенергії [1]. Для зменшення використання електроенергії використовують системи з частотним регулюванням. Але постійне зростання електроенергії та вимоги до якості керування напором насосної установки вимагають застосування векторно-керованих асинхронних електроприводів, які мають задовільні енергетичні показники.

Формулювання цілей статті. Дослідити розроблену систему керування напором насосної установки з векторно-керованим асинхронним електроприводом, що забезпечує енергоефективне регулювання під час дії різних дестабілізуючих факторів.

Основні матеріали дослідження. Нелінійна модель простої ділянки гідравлічної мережі та динамічна модель мережі з насосом показані в [2, 3]. Розробка алгоритмів керування координатами з векторно-керованою системою на основі запропонованого методу концепції наведено [4], а керування напором гідравлічної мережі представлено в [2].

Алгоритм керування напором гідравлічної системи описується як

$$i_{lq}^* = k_H (\gamma_H \int_0^t (H^* - H) dt - H), \quad (2)$$

де k_H – коефіцієнт підсилення регулятора напору;

γ_H – коефіцієнт, за допомогою якого задається бажаний час t_{nn} монотонного перехідного процесу напору $\gamma_H \approx 3/t_{nn}$;

i_{lq}^* – задане значення моментної складової вектора струму, А.

Регулятори мають наступні параметри: компонент струму статора: $\gamma_{ilq} = \gamma_{ild} = 500$, $k_{ilq} = k_{ild} = 50$; напор насосної установки $\gamma_H = 100$, $k_H = 1$; модуль потокозчеплення ротора $\gamma_\psi = 100$, $k_\psi = 200$. Параметри

спостерігача компоненти вектора струму статора i_{ld} дорівнюють $\kappa=50$, $\kappa_I=10$.

Дослідження розробленої системи регулювання напором насосної установки проведено шляхом моделювання при дії параметричного збурення, зокрема, зменшення на 40 % номінального значення активного електричного опору обмотки ротора R_2 .

Суцільною лінією на рис. 1 зображені графіки середньоквадратичного значення активної потужності за цикл $t=5$ с при номінальних параметрах АД, а пунктирною лінією – при дії збурення.

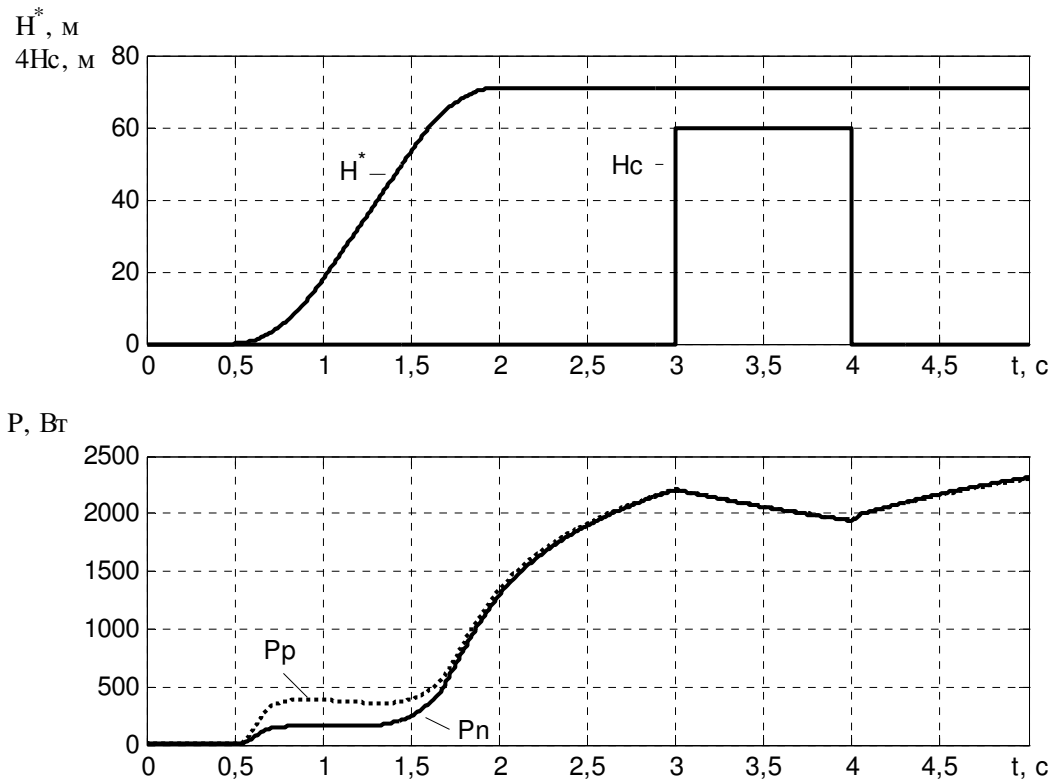


Рисунок 1. Графіки заданої траєкторії напору насосної установки та середньоквадратичних значень активних потужностей АД

Зміна тиску в гідравлічній мережі не впливає на енергетичні показники системи за рахунок зменшення та збільшення споживання рідини.

Висновок. Розроблена груба система керування насосною установкою з векторно-керованим асинхронним електроприводом на основі концепції зворотних задач динаміки в поєднанні з мінімізацією локальних функціоналів миттєвих значень енергії забезпечує задовільні енергетичні показники під час дії збурення.

УДК 621.313.333.004.58

ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ОСЕРДЯ ТА МЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Вовк О.Ю.^{*}, к.т.н.,
Квітка С.О.^{*}, к.т.н.,
Квітка О.С.^{**}

e-mail: vovk020405@mail.ru
e-mail: sergei.kvitka@yandex.ua
e-mail: kvitka.sanya@yandex.ru

^{*}Таврійський державний агротехнологічний університет

^{**}Філія м. Миколаєва Центрального округу ПАТ «Миколаївобленерго»

Постановка проблеми. Сучасна експлуатація асинхронних електродвигунів (АД) в даний час пов'язана з багатьма проблемами. Одна з яких – їх невисока експлуатаційна надійність внаслідок щорічного виходу з ладу та ремонту близько 30 % зазначених електродвигунів, час напрацювання на відмову становить 0,5 ... 1,5 роки. У процесі їх експлуатації у господарствах агропромислового комплексу відмови відбуваються, головним чином, із-за ушкодження обмотки статора (приблизно 80 % відмов), але її ушкодження спричиняють не тільки несправності в самій обмотці, але й несправності в інших елементах конструкції електродвигуна, а саме – у механічній системі та осерді. Існуючі методи контролю функціонального стану осердя та механічної системи мають значну вартість технічної реалізації.

Постановка завдання. Погіршення функціонального стану осердя та механічної системи АД проявляється у вигляді збільшення втрат активної потужності відповідно у магнітопроводі та у механічній системі. Для контролю зазначених втрат потужності пропонується застосовувати дослід холостого ходу. Але проведення вказаного дослідів в експлуатаційних умовах занадто складне через те, що потребує наявності регулятора напруги. Тому в роботі поставлене завдання обґрунтувати спосіб проведення дослідів холостого ходу в експлуатаційних умовах та параметри періодичного контролю функціонального стану осердя та механічної системи асинхронного електродвигуна.

Основні матеріали дослідження. У якості регулятора напруги запропоновано застосовувати електродвигун, який включений послідовно з тим, що діагностується, і має регульоване навантаження на валу (наприклад, електродвигун приводу відцентрового вентилятору).

Ковзання другого електродвигуна, який постійно працює на холостому ході, при зміні напруги практично не змінюється. Тому пов-

ний опір фази другого електродвигуна можна вважати за будь-якої напруги величиною постійною. Тоді сила струму в колі буде визначатись параметрами схеми заміщення і ковзанням першого електродвигуна – регулятора, яке буде залежати від навантаження на його валу. При збільшенні ковзання комплекс його повного опору зменшується, а споживаний струм у колі зростає і збільшується напруга на затискачах другого електродвигуна, що діагностується.

Таким чином, регулюючи ковзання першого асинхронного електродвигуна, можна змінювати напругу на затискачах другого електродвигуна, який працює на холостому ході, тобто проводити дослід холостого ходу цього двигуна.

Діапазон регулювання напруги на затискачах асинхронного електродвигуна, що діагностується. У випадку застосування як регулятора напруги асинхронного електродвигуна рівної потужності наступний: від половини номінальної до номінальної. У випадку використання електродвигуна більшої потужності діапазон регулювання напруги буде звужений.

За результатами дослідів холостого ходу визначаються втрати потужності в магнітопроводі ($\Delta P_{\text{мгн}}$) і механічні втрати ($\Delta P_{\text{мхн}}$):

$$\Delta P_{\text{мх.н}} = \frac{U_{1\text{н}}^2 \cdot \Delta P_{\text{const.1}} - U_{1.1}^2 \cdot \Delta P_{\text{const.н}}}{U_{1\text{н}}^2 - U_{1.1}^2}; \quad (1)$$

$$\Delta P_{\text{мг.н}} = \Delta P_{\text{const.н}} - \Delta P_{\text{мх.н}}, \quad (2)$$

де $U_{1\text{н}}$, $U_{1.1}$ – відповідна номінальна та знижена напруга на затискачах асинхронного електродвигуна, що діагностується, В;

$\Delta P_{\text{const.н}}$, $\Delta P_{\text{const.1}}$ – різниця між споживаною потужністю у досліді холостого ходу та втратами в обмотці статора електродвигуна, що діагностується, відповідно, при номінальній та зниженій напрузі, Вт.

Для визначення функціонального стану магнітопроводу дослід холостого ходу необхідно проводити протягом експлуатації за одних і тих же умов запропонованим способом та порівнювати між собою втрати в магнітопроводі, значення яких отримано при базовому діагностуванні на початку експлуатації, з поточним значенням. У випадку їх збільшення магнітопровід буде мати ненормальний функціональний стан. Аналогічним чином необхідно поступати і для визначення функціонального стану механічної частини.

Висновок. Таким чином, запропонований спосіб проведення дослідів холостого ходу за допомогою електродвигуна з регульованим навантаженням на валу та методика опрацювання отриманих у ньому результатів дозволяють здійснювати експлуатаційний контроль функціонального стану осердя і механічної системи АД.

УДК 631.436

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ МТА

Вороновский И.Б., к.т.н.**e-mail: voronovsky@list.ru***Таврический государственный агротехнологический университет*

Постановка проблемы. Мобильный машинно-тракторный агрегат (МТА) представляет собой систему, состоящую из ряда подсистем. К таким подсистемам относится топливная система дизельного двигателя, которая, в свою очередь, также, состоит из более мелких подсистем. Надежность МТА зависит от надежности каждой из подсистем, а также от способа их соединения в общую систему.

Постановка задания. В зависимости от условий эксплуатации МТА концентрация пыли в воздухе колеблется в широких пределах и в некоторых районах юга Украины достигает 5 г/м^3 . Это отрицательно влияет на работоспособность систем двигателя, в том числе на работоспособность топливной аппаратуры. При работе МТА при запыленности воздуха $1,1 \dots 2,5 \text{ г/м}^3$ содержание загрязняющих примесей в топливе к моменту его выработки в 2-3 раза больше, чем при заправке. Топливные фильтры тракторных дизелей не обеспечивают достаточной степени очистки топлива от механических примесей, которые затем проникают к прецизионным парам топливной аппаратуры [1, 3, 4].

Основные материалы исследования. По количеству и расположению средств очистки топливные системы дизелей с/х техники можно разделить на три группы: с последовательным расположением фильтрующих элементов, с параллельным расположением и комбинированным расположением.

Примем, что поток отказов фильтров простейший и время между отказами в этом потоке распределяется по показательному закону и определяется параметрами интенсивности отказов

$$\lambda = 1/t_0 \quad (1)$$

где t_0 – среднее время безотказной работы фильтра.

По стрелкам вправо систему из состояния в состояние переводят отказы, а по стрелкам влево – ремонты с интенсивностью восстановления:

$$\mu = \frac{1}{t_p} \quad (2)$$

Применяя правило Колмогорова [5], запишем систему дифференциальных уравнений вероятностей состояний

$$\left. \begin{aligned} \frac{dp_0}{dt} &= -\lambda_{01} p_0 + \mu_{10} p_1 \\ \frac{dp_1}{dt} &= \lambda_{01} p_0 - \lambda_{12} p_1 + \mu_{12} p_2 - \mu_{10} p_1 \\ \frac{dp_2}{dt} &= \lambda_{12} p_1 - \mu_{21} p_2 - \lambda_{23} p_2 + \mu_{32} p_3 \\ \frac{dp_3}{dt} &= \lambda_{23} p_2 - \mu_{32} p_3 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Полагая левые части равными нулю, получим систему алгебраических уравнений предельных состояний. Используя нормировочное условие: $p_0 + p_1 + p_2 + p_3 = 1$, а также условие, что при $t = 0$, $p_0 = 1$, получим выражения для определения вероятности нахождения топливных систем в исправном состоянии

$$p_{0\pi} = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_{01}}{\mu_{10}} + \frac{\lambda_{12} \lambda_{01}}{\mu_{21} \mu_{10}} + \frac{\lambda_{23} \lambda_{12} \lambda_{01}}{\mu_{32} \mu_{21} \mu_{10}}} \quad (4)$$

Применяя аналогичный математический аппарат, получим формулы для определения вероятностей состояний топливной системы с параллельным и комбинированным соединением фильтрующих элементов.

Выполним теоретический расчет вероятностей различных схем топливных систем по формулам (1...4) при единых начальных условиях: сроки замены фильтров один раз в сезон (шесть месяцев), т.е. $\lambda = 1/6$, при этом интенсивность воздействия на фильтры распределяется неравномерно. Для топливной системы с последовательным соединением фильтров тонкой очистки, фильтр грубой очистки подвергается максимальному воздействию загрязнения, т.е. $\lambda_{01} = 3/6$, а последующие два фильтра тонкой очистки с интенсивностью $\lambda_{12} = 2/6$, $\lambda_{23} = 1/6$.

Интенсивность восстановления распределяется аналогично: $\mu_{32} = 1/1 = 1$; $\mu_{21} = 2/1 = 2$; $\mu_{10} = 3/1 = 3$, из расчета, что время на замену одного фильтра составляет один час.

Выводы. 1. Увеличение количества фильтров тонкой очистки и включение их в схему топливоподачи параллельно, не увеличивает вероятности исправного состояния системы, такой путь является малоэффективным.

2. Максимальную вероятность отказа из всех фильтров имеет фильтр грубой очистки, особенно при параллельном соединении фильтров тонкой очистки ($p_1 = 0,175$), а затем, на порядок меньше, фильтры тонкой очистки.

Исходя из полученных теоретических данных следует, что наиболее эффективной системой соединения фильтров следует считать последовательное соединение, состоящее из фильтра грубой очистки и двух фильтров тонкой очистки.

УДК 621.315:004.032.26

РАЗРАБОТКА ПРОГНОЗНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «МЕЛИТОПОЛЬСКИЕ ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ»

Катюха И.А.

e-mail: igorkat@mail.ru

Таврический государственный агротехнологический университет

Постановка проблемы. После введения дополнений в «Правила использования электрической энергией» (постановление НКРЭУ №28) предприятия обязаны устанавливать локальное оборудование и автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ). Это дало возможность разрабатывать детализированные прогнозные модели с учетом особенностей графика энергопотребления основных потребителей. Такие модели могут использоваться для обоснования и корректировки ожидаемого электропотребления предприятий с целью учета его при составлении договоров на поставку электроэнергии. Но существующие методики прогнозирования электропотребления не приспособлены для применения в реальном масштабе времени на оборудовании, интегрированном в АСКУЭ.

Постановка задачи. Разработать современный научно-методический аппарат прогноза потребления электрической энергии в условиях неопределенности исходной информации.

Основные материалы исследований. На основании анализа данных АСКУЭ предприятия можно сделать вывод, что электропотребление предприятия носит сезонный характер и привязано к отопительному периоду. В отопительный период электропотребление относительно высокое и практически не зависит от номера недели. В неотопительный период электропотребление относительно низкое и также не зависит от дня недели.

В рассматриваемый год (2013) отопительный сезон в соответствующем регионе длился с 01.01 по 04.04 и с 02.10 по 31.12. В принятых предыдущих исследованиях [1] единицах измерения отопительный сезон можно описать следующими интервалами ($n = 1, d_n = 2 ; n_{ок} = 14, d_{нок} = 4$) и ($n_{он} = 40, d_{nn} = 3 ; n = 53, d_n = 2$).

Поскольку в данном случае выделено три участка, примем участок 2 в качестве переходного. На фоновом участке 1 и на рабочем участке 3 – примем квадратичную зависимость.

Для участка 2 можно воспользоваться линейными зависимостями.

Степень совмещения оценок и исходных данных составила: $\mu_{\cap} = 0,5263$. Степень нечеткости 0,4449. Соответственно

среднемодульная погрешность регрессионной зависимости составила: $MAPE=7,27\%$. В интервал неопределенности попадает 91% обработанных данных.

Для проверки взяты данные АСКУЭ за 2012 и 2014 год, не подвергавшиеся обработке регрессионным анализом. Оценка точности показала: $\mu_{\cap}=0,4928$, $MAPE=9,46\%$, степень нечеткости 0,3225 для 2012 г; $\mu_{\cap}=0,431$, $MAPE=6,18\%$, степень нечеткости 0,2435 для 2014 г. Как видно, степень совмещения прогнозной модели для этой выборки ниже, а степень нечеткости и среднемодульная погрешность может быть и выше и ниже.

Для проверки использовались данные АСКУЭ за 2012, 2013 и 2014 годы. Расчеты проводились для +1 +7 дней от текущей даты. Коэффициенты регрессии уточнялись по данным электропотребления за две недели, предшествующие текущей дате (табл. 1).

Таблица 1 – Качество краткосрочного прогноза

Год	2012							2013							2014						
Прогноз на...,дни	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Степень нечеткости	0,3131	0,2917	0,3014	0,2892	0,3022	0,2976	0,3235	0,2792	0,2862	0,2856	0,2954	0,3192	0,2931	0,3023	0,2196	0,2206	0,2391	0,2499	0,2416	0,2117	0,1962
Степень совмещения	0,431	0,462	0,449	0,466	0,441	0,463	0,43	0,483	0,448	0,448	0,452	0,463	0,443	0,444	0,498	0,435	0,491	0,53	0,521	0,422	0,374
MAPE,%	5,893	5,721	6,108	5,624	6,02	6,005	6,23	3,396	4,1	4,045	4,63	4,937	4,758	4,725	3,184	3,745	3,719	2,562	2,873	4,045	5,331

Выводы. Степень совмещения краткосрочного прогноза в целом ниже, чем у долгосрочной прогнозной модели. Это объясняется меньшей степенью нечеткости прогноза (эти критерии противоречивы), соответственно и среднемодульная погрешность краткосрочного прогноза существенно ниже, чем у долгосрочного. Следует отметить, что качество прогноза практически не зависит от глубины прогноза до 7 дней от текущей даты. Наблюдается снижение точности прогноза при корректировке регрессионной зависимости по данным недели, переходной от не отапливаемого к отапливаемому периоду и наоборот.

Список использованных источников.

1. Тимчук С.А. Методика формирования нечеткой прогнозной регрессионной модели электропотребления / С.А. Тимчук, И.А. Катюха // Проблемы энергозабезпечення та енергозбереження в АПК України: Вісник ХНТУСГ, 2014.- Вип. 154.- С. 51-53.

УДК 621.313.333.004.58

ДОСЛІДЖЕННЯ ВТРАТ АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В АСИНХРОННОМУ ЕЛЕКТРОДВИГУНІ

Квітка С.О.^{*}, к.т.н.,

e-mail: sergei.kvitka@yandex.ua

Вовк О.Ю.^{*}, к.т.н.,

e-mail: vovk020405@mail.ru

Квітка О.С.^{**}

e-mail: kvitka.sanya@yandex.ru

^{*}Таврійський державний агротехнологічний університет^{**}Філія м. Миколаєва Центрального округу ПАТ «Миколаївобленерго»

Постановка проблеми. Перетворення енергії в асинхронному електродвигуні (АД) супроводжується незворотними втратами, що проявляються у вигляді теплоти, виділення якої відбувається в елементах конструкції. Джерелами теплоти в асинхронному електродвигуні, головним чином, є активні частини (обмотки, осердя) і підшипники. Тому дослідження і визначення втрат активної потужності у вузлах та активних елементах асинхронного електродвигуна є важливим при визначенні його теплового стану.

Постановка завдання. Завданням є дослідження втрат активної потужності у вузлах і активних елементах асинхронного електродвигуна при зміні струму в обмотці статора та відхиленні напруги на застискачах при визначенні теплового стану АД.

Основні матеріали дослідження. Точність теплового стану асинхронного електродвигуна в результаті теплового розрахунку, багато в чому, залежить від точності обліку всіх теплових втрат. Велике значення має розподіл теплових втрат в окремих вузлах і активних елементах. Втрати в обмотці статора ΔP_{12} розподілені між тілами 1 (ΔP_1) і 2 (ΔP_2) [2] пропорційно довжині лобової (l_l) і пазової (l_n) частин обмотки статора відповідно. Потужність ΔP_3 представляє собою суму основних втрат в сталі ΔP_C і половини додаткових втрат $\Delta P_{ДОБ}$; потужність ΔP_5 – сума електричних втрат в обмотці ротора $\Delta P_{ЕЛ.2}$ і половини додаткових втрат $\Delta P_{ДОБ}$. Потужність ΔP_4 представляє собою частину механічних втрат $\Delta P_{МЕХ}$, витрачених на внутрішню вентиляцію; потужність ΔP_6 – частину механічних втрат $\Delta P_{МЕХ}$, витрачених на тертя в підшипниках. Передбачається, що інша частина механічних втрат витрачається в зовнішньому вентиляторі і не бере участі в підвищенні температури внутрішніх частин двигуна [1].

Для проведення досліджень був вибраний асинхронний електродвигун 4АМ112М4У3 із ступенем захисту ІР44.

Практичний інтерес представляють залежності втрат активної потужності у функції кратності сили струму і відхиленні напруги на застискачах асинхронного електродвигуна.

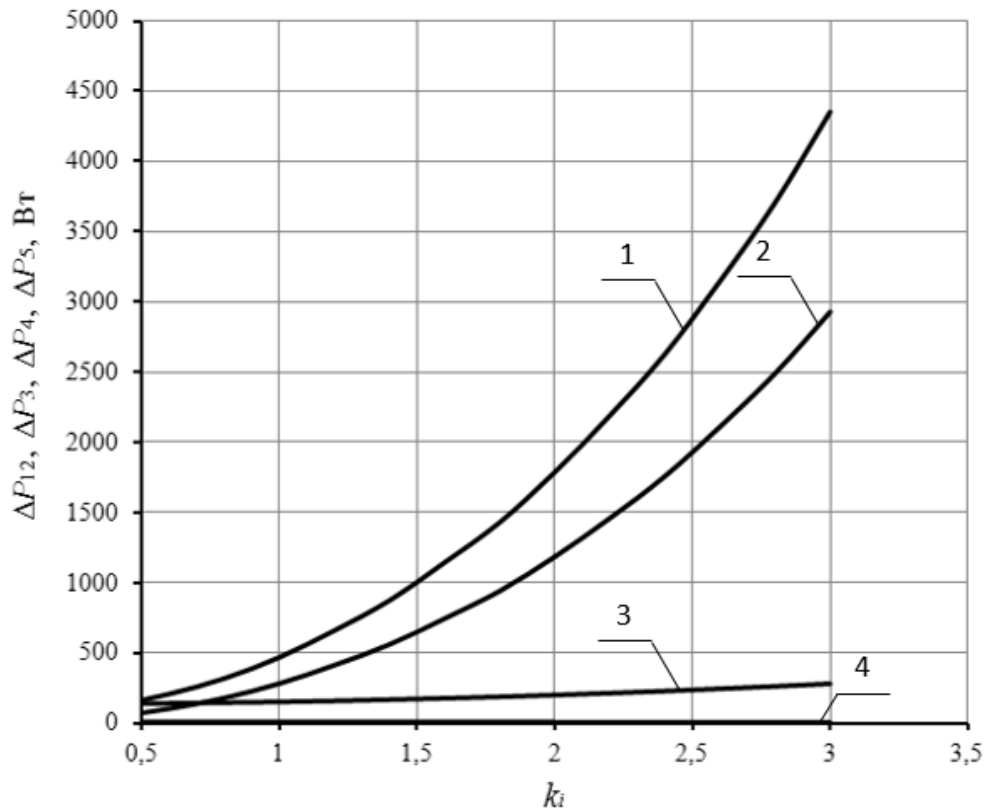


Рисунок 1. Залежності втрат активної потужності в обмотці статора (1), роторі (2), осерді статора (3) і внутрішньому повітрі (4) електродвигуна 4АМ112М4У3 у функції кратності сили струму при $k_U = 1,0$ і розрахунковій температурі 75 °С

Висновок. Таким чином, на підставі проведеного дослідження можна зробити наступний висновок: втрати активної потужності при збільшенні величини кратності сили струму суттєво зростають в обмотці статора та роторі асинхронного електродвигуна, не суттєво зростають в осерді статора, і практично не змінюються на внутрішню вентиляцію.

Список використаних джерел.

1. Сипайлов Г.А. Тепловые, гидравлические и аэродинамические расчеты в электрических машинах : учеб. для вузов / Г.А. Сипайлов, Д.И. Санников, В.А. Жадан. – М. : Высш. шк., 1989. – 239 с.
2. Квітка С.О. Математична модель теплового стану асинхронного електродвигуна у нестационарних режимах / С.О. Квітка, О.Ю. Вовк, О.С. Квітка // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. – Вип. 175. – Харків : ХНТУСГ, 2016. – С. 140-142.

УДК 621.382.2/3.001.5

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВЫБОРА СИЛОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Корнус Т.М., инж.,**e-mail: kornus@ya.ru****Логвин К.А.,****Добров Б.С.,****Закуцкая В.О.***Запорожский национальный технический университет*

Постановка проблемы. Правильное и рациональное применение силовых полупроводниковых приборов (СПП) в мощных преобразовательных установках является важнейшим вопросом проектирования, определяющим технико-экономические показатели преобразователя, поскольку типонаименование СПП определяет выбор способов и аппаратуру защиты от сверхтоков и перенапряжений, распределения токов и напряжений при групповом соединении устройств, а также тип, конструкцию и параметры системы охлаждения.

Постановка задания. Целью данной работы является построение концепции системы автоматизированного выбора и проверки СПП и формализованных алгоритмов для компьютерных расчетов.

Основная часть. Процесс расчета выбора СПП носит итерационный и рекурсивный характер, поэтому в решении задачи существует несколько точек проверки правильности заданных предпосылок для расчёта и полученных решений и, если условия контроля правильности не выполняются, возможно возвращение на один или несколько этапов назад, вплоть до начала расчета и изменения исходных данных. Для автоматизации расчета требуется разработать формализованную логику расчета и его математическую модель в интерактивном режиме. Формализуя задачу выбора СПП для компьютерного расчета, целесообразно упростить алгоритм, не прибегая к предположениям и упрощениям, принятым в методике «ручного счета». Такой подход одновременно позволяет увеличить и точность расчёта.

Структурная схема комплекса программ автоматизированного выбора СПП приведена на рис.1. Расчёт состоит из четырех частей: 1 – предварительный выбор СПП; 2 - проверка СПП по рабочему току; 3 - расчет аварийных токов; 4 - проверка СПП по аварийному току.

В структуру комплекса также входит база данных классификационных параметров и характеристик СПП, заданными координатами их

узлов интерполяции. Для получения координат нужной точки характеристики используется сплайновая интерполяция.

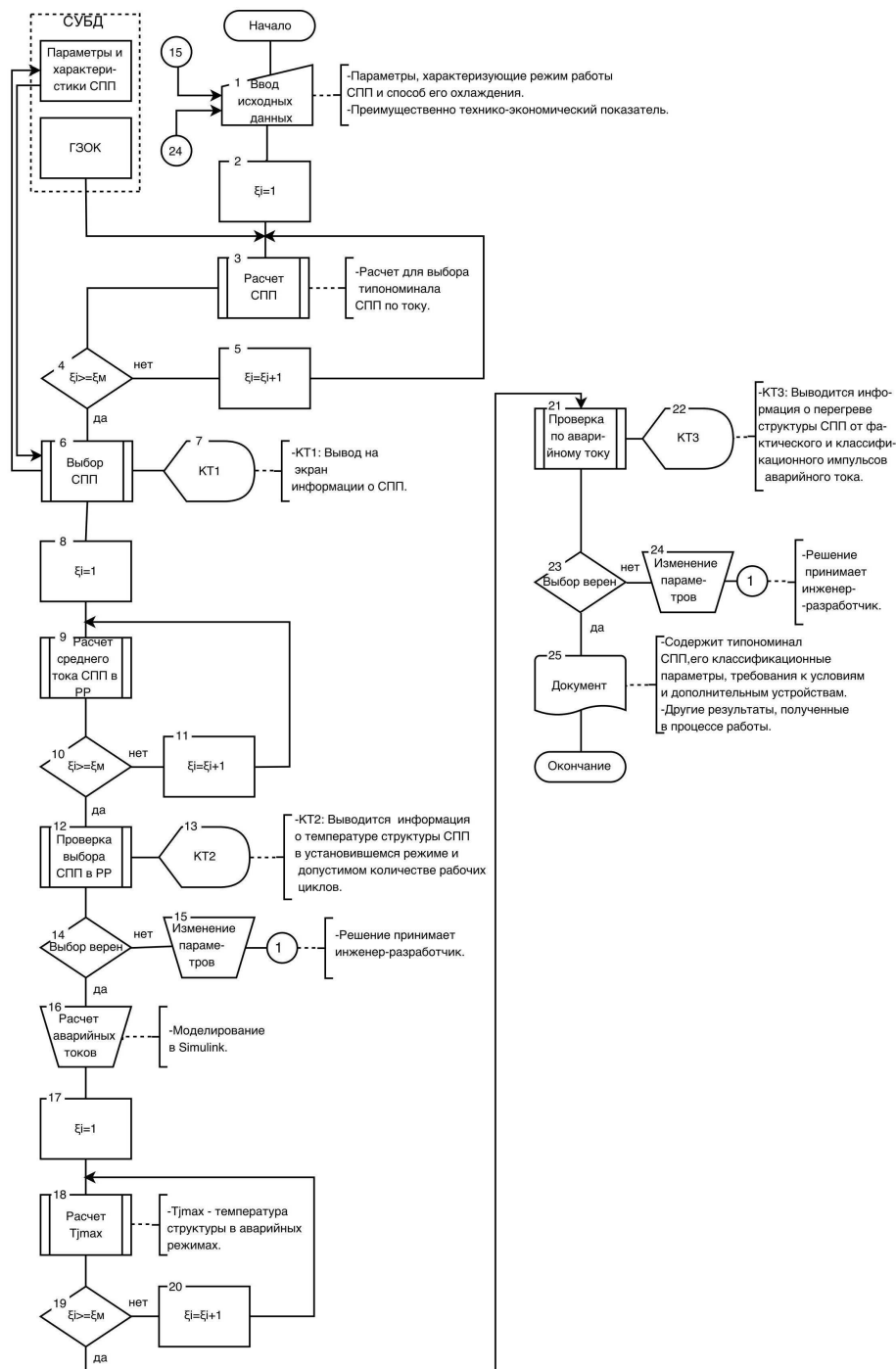


Рисунок 1. Блок-схема алгоритма расчета выбора и проверки СПП

Выводы. Предложена концепция построения системы автоматизированного выбора СПП для силовых блоков преобразователей, позволяющая значительно снизить трудоемкость и сроки проектирования. Формализованы алгоритмы выбора и проверки СПП в режимах технологических перегрузок и в аномальных режимах работы преобразовательных устройств широкого назначения.

УДК 621.314

ПРИНЦИПИ РОЗРАХУНКУ ВТРАТ НА ВИХРОВІ СТРУМИ У ЕЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦІЇ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ**Кулагін Д.О., к.т.н.,****e-mail: kulagindo@gmail.com****Волков М.А.****e-mail: michael-johns@yandex.ru***Запорізький національний технічний університет*

Постановка проблеми. Як відомо, у феромагнітних тілах під дією змінного у часі магнітного поля наводяться вихрові струми, які ще називаються струмами Фуко. Вихрові струми, у свою чергу, призводять до втрат енергії. Ці втрати залежать від інтенсивності поля розсіювання, від розташування, форми та розмірів феромагнітних деталей та нестабільних магнітних властивостей сучасних конструкційних сталей. Втрати від вихрових струмів не тільки знижують ККД трансформаторів, але й створюють небезпеку нагрівання окремих конструкційних частин до неприпустимих температур. Тому проблема визначення цих втрат має велике значення при створенні енергоефективного та надійного електротехнічного обладнання.

Постановка завдання. Вирішення проблеми розрахунку втрат на вихрові струми у елементах конструкції трансформаторів вимагає постановки таких основних завдань :

- створення оптимальної методики розрахунку втрат від вихрових струмів у конструкційних елементах трансформаторів;
- розробка математичних та фізичних моделей для перевірки точності створених методів розрахунку втрат.
- накопичення статистичних даних з використання розроблених методик при визначенні втрат у реальному електротехнічному обладнанні та корегування методик відповідно до дослідних даних.

Основні матеріали дослідження. Основою для визначення втрат в елементах конструкції є розрахунок електромагнітного поля, яке у машинах та пристроях змінного струму можна вважати квазістаціонарним. Найбільш популярні та надійні методи розрахунку електромагнітних полів відносяться до польових, які, у свою чергу, поділяються на чисельні методи (метод скінченних елементів та метод кінцевих різниць) та інтегральні методи (метод граничних елементів та метод еквівалентних магнітних сіток) [1]. Розрахунок електромагнітного поля для простих випадків може бути проведений за допомогою аналітичних формул. Але для складних геометричних форм чисельні методи є практично безальтернативними.

Для розрахунку втрат в елементах конструкції трансформаторів існує велика кількість аналітичних та емпіричних формулювань, які не є універсальними, так як мають певні умови, які окреслюють межі їх застосування [1].

Трансформатори є комплексними пристроями, які складаються з великої кількості конструкційних деталей, таких як, бак, ярмові балки, пресувальні кільця, пресувальні пластини та ін.. Чисельне моделювання трансформаторів вимагає досить великих затрат часу, більша частина з яких займає створення чисельної моделі. Тому валідацію методик розрахунку вихрових струмів у елементах конструкції трансформаторів варто проводити на моделях окремих вузлів (наприклад, модель сильнострумового вводу трансформатору), або значно спрощених моделях, які у широкому сенсі відтворюють фізику зазначеного явища та можуть бути з легкістю та без зайвих грошових затрат відтворені у якості фізичної моделі. Прийоми та методику розрахунку втрат було вирішено відпрацьовувати на спрощеній моделі [2]. Модель складається з мідної котушки та з феромагнітної пластини з відносною магнітною проникністю, яка дорівнює 200, та питомою провідністю 6,66 МСм/м.

Висновок. У статті розглянуто дієві практичні прийоми розрахунку втрат у елементах конструкції трансформаторів. Показані сфери використання тих чи інших методів, проведено огляд існуючих у науковій літературі тестових моделей, які дозволяють перевірити точність методик з розрахунку вихрових струмів.

Список використаних джерел.

1. Кулагін Д. О. Сучасні методи розрахунку та визначення втрат потужності в елементах конструкції трансформаторів/ Д. О. Кулагін, М. А. Волков // Енергетичний менеджмент : стан та перспективи розвитку – REMS'16 : міжнар. науково-техн. та навчально-метод. конф., 30 червня – 01 липня 2016 р. –К., 2016 – с.41–42.
2. Granganu-Cretu B. Challenges of magnetic quasi-stationary field computations in industrial power devices/ B. Granganu-Cretu, J. Smajic, H. Nordborg // International symposium on numerical field calculation in electrical engineering : Proceedings of 12th international symposium., 2006., Graz, Austria, 2006 – pp. 313-317.

УДК 621.316.929(088.8)

РОЗРАХУНКОВА СХЕМА АНАЛОГА ЛЯМБДА-ДІОДА НА ПОЛЬОВИХ ТРАНЗИСТОРАХ

Курашкін С.Ф., к.т.н.,

e-mail: serge.kuras@gmail.com

Попова І.О., к.т.н. ©

e-mail: irinapopova54@mail.ru

Таврійський державний агротехнологічний університет

Постановка проблеми. У останнє десятиліття сформувався один з наукових напрямів електроніки – негатроніка, пов'язаний з теорією і практикою створення і застосування негатронів, – електронних приладів, що мають в певному режимі негативне значення основного диференціального параметра (негативного опору, ємності, індуктивності).

Один з найбільш простих негатронів – лямбда-діод, вольт-амперна характеристика (ВАХ) якого нагадує грецьку букву λ . Він вигідно відрізняється від багатьох відомих негатронів тим, що має протягну ділянку ВАХ, яка відповідає негативному диференціальному опору, але ширина ВАХ λ -діода обмежена, це ускладнює його застосування в практичних конструкціях. Тому був розроблений аналог λ -діода, який складається з двох польових транзисторів з керованим p - n переходом і каналами різних типів провідності. ВАХ аналога має більш гнучкі властивості щодо регулювання.

Постановка завдання. Завдяки властивості знаходитись у закритому стані при достатньо високих напругах, λ -діод має широку область використання: у схемах електронних пристроїв контролю температури і напруги, освітлення приміщень і опромінювання рослин. Для обґрунтування збільшення ширини ВАХ аналога λ -діода при використанні в якості вимірювального перетворювача необхідно скласти його розрахункову схему.

Основні матеріали дослідження. Для обґрунтування використання аналога λ -діода в якості вимірювального перетворювача складемо повну розрахункову схему аналога лямбда-діода.

Канали польових транзисторів і p - n перехід подані у вигляді RC ланок із зосередженими параметрами. Канали подані диференціальними опорами r_{c1} , r_{c2} і ємностями C_{ci1} і C_{ci2} між електродами, величина яких визначається геометрією і матеріалом польових транзисторів. Затвори аналога лямбда-діода подані опорами r_{z1} і r_{z2} .

Через опори каналів відбувається зарядка ємностей затворів. При цьому різні ділянки ємностей заряджаються через різні опори каналів у залежності від відстані даної ділянки від витоків. Прийнято, що єм-

ності затворів заряджаються через усереднені опори каналів R_{k1} і R_{k2} , що і обумовлюють кінцеву усталену часу τ_λ лямбда-діода.

Оскільки значення ємностей C_z , C_{zi} , C_{cz} , C_{ci} невеликі, то ними можна знехотити. Слід зазначити, що опори затворів достатньо великі ($10^9 \dots 10^{10}$ Ом), тому на диференціальні опори каналів r_{c1} і r_{c2} аналога λ -діода впливають не струми, що течуть через затвори польових транзисторів (у силу їх крайнє малих значень), а падіння напруг на їх затворах. Після аналізу значень ємностей затворів, витоків, стоків, диференціальних опорів стоків польових транзисторів аналогу λ -діода розрахункова схема спроститься. Для використання аналога λ -діода, наприклад, в якості вимірювального перетворювача температури, включимо його за схемою моста (рис. 1). Розрахункова схема аналога лямбда-діода в цьому випадку має вигляд (рис.2).

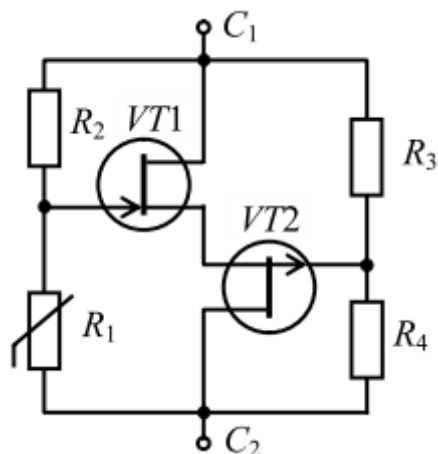


Рисунок. 1. Схема аналогу лямбда-діода в якості перетворювача температури

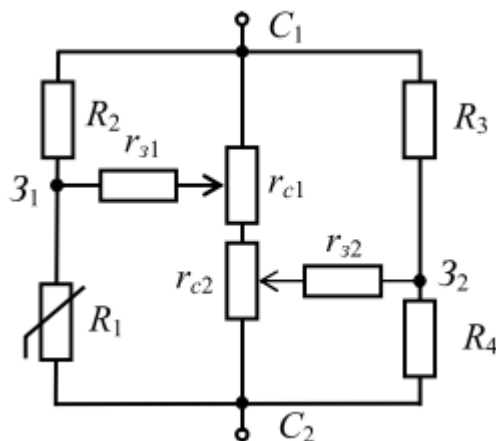


Рисунок. 2. Схема заміщення аналогу лямбда-діода в якості перетворювача температури

Використовуючи розрахункову схему можна розрахувати вольт-амперну характеристику, визначити струм стоку, напругу запирання, а також вибрати параметри резисторів для використання аналога лямбда-діода в якості вимірювального перетворювача неелектричної величини в електричну.

Висновок. З аналізу рівнянь вольт-амперної характеристики аналога лямбда-діода можна зробити висновок, що його можливо використовувати в якості перетворювача фізичної неелектричної величини в електричну величину для декількох розпорошених об'єктів.

УДК 621.311

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГРУППОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МЕХАНИЗМОВ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ТЭЦ

Лазуренко А.П., к.т.н.,**Черкашина Г.И., к.т.н.,****Кругол М.М., аспирант****e-mail: kruhgol@gmail.com***Национальный технический университет**«Харьковский политехнический институт»*

Сегодня в ряде крупных городов Украины для нужд отопления и горячего водоснабжения используются отопительные ТЭЦ. Многие ТЭЦ были построены как промышленные, для выработки пара для предприятий, которые находились поблизости, но со временем, потребление пара промышленными потребителями уменьшилось и данные ТЭЦ были переоборудованы для обеспечения нужд отопления и горячего водоснабжения. На таких ТЭЦ установлены теплофикационные турбины, турбины с противодавлением, а также конденсационные турбины, работающие с ухудшенным вакуумом, когда сетевая вода подается в конденсатор турбины.

Работа таких ТЭЦ характеризуется переменными режимами, так как при покрытии теплового графика нагрузки, они проходят через явно выраженные пики и минимумы тепловой нагрузки. Это приводит к работе основного оборудования на частичных нагрузках, а следовательно, оборудование собственных нужд таких ТЭЦ работает в ненормальных режимах, с повышенными потерями при регулировании. В этих условиях возрастает удельное потребление электроэнергии на собственные нужды таких ТЭЦ, и остро становится вопрос внедрения энергоэффективных способов регулирования производительности механизмов собственных нужд ТЭЦ.

Основными механизмами собственных нужд ТЭЦ являются центробежные машины – насосы и вентиляторы. Для данных машин наиболее эффективным способом регулирования производительности является регулирование частоты вращения их рабочего колеса. Для этого можно использовать частотно-регулируемые электроприводы, гидромолоты, турбопривод, а также двигатели с двумя скоростями вращения.

При модернизации существующего оборудования ТЭЦ установка турбопривода не является оправданной, поскольку требует переобо-

рудования паропроводов ТЭЦ. Использование двигателей с двумя скоростями вращения также имеет ряд недостатков. При выборе между частотно-регулируемым приводом и гидромуфтой авторы остановились на первом варианте, так как их использование дает значительно больше преимуществ, чем во втором случае.

При исследовании режимов работы отопительных ТЭЦ было обнаружено, что можно выделить группы оборудования собственных нужд ТЭЦ с близкими режимами работы. И при дальнейшем использовании регулирования их производительности по средствам внедрения частотно-регулируемого привода, оптимальные частоты питающего напряжения данных механизмов в группах будут близки между собой, а, следовательно, возможно использования одного частотного преобразователя для питания группы механизмов с минимальными потерями электроэнергии.

В данные группы можно включать также оборудование, работающее не с оптимальной частотой вращения, но, в этом случае, необходимо использовать дорегулирование с помощью стандартных способов – дросселирования или байпасирования. Это решение уменьшает ожидаемую экономию электроэнергии, но при этом не нуждается в дополнительных капиталозатратах.

Экономический эффект от внедрения группового регулирования производительности механизмов собственных нужд ТЭЦ достигается за счет экономии электроэнергии и значительного сокращения капитальных вложений при модернизации ТЭЦ, а также работе группового преобразователя частоты с высоким коэффициентом использования. Это, в свою очередь, ускоряет окупаемость вложенных средств.

Выводы. Проведенные исследование на Харьковской ТЭЦ-3 показали, что ее оборудование собственных нужд можно поделить на три основных группы. При этом экономически обосновано использовать групповое регулирование производительности тягодутьевых механизмов котла и индивидуальный частотный привод питательного насоса. Ожидаемая экономия электроэнергии от внедрения данных способов регулирования достигает 10-15%.

УДК 621.311

**ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АККУМУЛЯТОРОВ И
УПРАВЛЯЕМЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ КАК РЕЗЕРВА
БАЛАНСИРУЮЩИХ МОЩНОСТЕЙ
ЭНЕРГОСИСТЕМЫ УКРАИНЫ**

**Лазуренко А.П., к.т.н.,
Черкашина Г.И., к.т.н.,
Ивахнов А.В.**

e-mail: LazurenkoAP@i.ua

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Традиционно балансирующее маневрирование мощностью в энергосистеме Украины осуществляется двумя основными способами: отработкой электрическими станциями (ЭС) или отдельными блоками ЭС диспетчерского графика нагрузки (выдачи мощности) по иерархии управления НЕК «Укрэнерго» и за счет работы гидравлических и гидроаккумулирующих электростанций (ГЭС и ГАЭС). Маневрирование первым способом, особенно на тепловых и атомных ЭС, сопряжено с множеством проблем, ограничений, дополнительных затрат на капремонты, потерь мощности и энергоресурсов, поэтому не может быть энергоэффективным. К сожалению, резервы мощностей украинских ГЭС и ГАЭС тоже ограничены, а строительство новых объектов этого типа в настоящее время практически невозможно.

В настоящее время разрабатывается множество альтернатив гидроаккумулированию: химические электрические аккумуляторы, суперконденсаторы, супермаховики, криостанции, аккумулялирование при помощи сжатого воздуха и др. С точки зрения удобства применения и относительно низкой стоимости наиболее привлекательным является применение химических электрических аккумуляторов, технологии производства и характеристики которых в последнее время существенно выросли.

Также огромным резервом, с точки зрения участия в поддержании баланса мощностей и регулировании частоты в энергосистеме, могут быть управляемые потребители. Причем, если раньше специалисты в этом смысле рассматривали только промышленные нагрузки, то сегодня значительно вырос вклад бытовых и муниципальных потребителей в общий энергобаланс.

Эти обстоятельства необходимо использовать для построения новых концепций управления режимами в энергосистеме при реализа-

ции новой модели энергорынка Украины с увеличением возможностей и резервов балансирующих мощностей.

С точки зрения авторов доклада, сегодня целесообразно применять следующую стратегию построения современной технической системы: «Производство- передача- потребление- энергосбережение»:

1) Базовое производство электроэнергии осуществляют атомные и мощные тепловые ЭС с минимальным диапазоном маневрирования мощности. При этом излишки мощности таких объектов должны надежно аккумулироваться ГАЭС и другими видами аккумуляторов, преимущественно – электрическими, расположенными по близости крупных ЭС, т.е. в крупных узлах генерации для уменьшения потерь на передачу мощности.

2) В крупных узлах нагрузок целесообразно использовать менее мощные ЭС, в том числе на основе возобновляемых источников энергии (ветер, солнце, биогаз и др.) тоже с широким применением распределенных аккумуляторных подстанций малой мощности (5-10 МВт) для положительного регулирующего и стабилизирующего эффекта, особенно для погодозависимых ВЭС и СЭС.

3) Для расширения возможностей регулирования мощности на основе концепции «Интеллектуальная энергетика» целесообразно широко задействовать управляемых потребителей, особенно тех, которые могут аккумулировать тепловую энергию с помощью электрических нагревателей емкостного типа.

Такой комплексный подход дает возможность существенно повысить энергоэффективность украинской энергосистемы и значительно расширить возможности по балансированию производимой и потребляемой мощности. Моделирование основных процессов такой системе в программной среде «Simulink» позволяет сделать выводы о достаточно высокой эффективности процессов регулирования частоты и активной мощности.

УДК 681.5.08

ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ ВИТРАТОМІР-ЛІЧИЛЬНИК ДЛЯ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Нестерчук Д.М., к.т.н.**e-mail: dina-nesterchuk@ukr.net***Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми. Основним пріоритетом ідеології енергозбереження у галузях господарства є створення автоматизованих систем обліку енергоресурсів на основі сучасних систем збору інформації від первинних перетворювачів обліку, її зберігання та ефективного використання при здійсненні розрахунків за використаний енергоресурс.

Постановка завдання. В роботі поставлена задача удосконалення конструкції електромагнітного витратоміра-лічильника в комплекті з мікропроцесорним вторинним блоком реєстрації витрати теплоносія, його температури та тиску для системи обліку теплової енергії.

Основні матеріали дослідження. Витрата теплоносія є найбільш значущим параметром при обліку теплової енергії, тому то облік енергії здійснюється шляхом вимірювання параметрів теплоносія (температури, тиску) та обчислення на основі вимірювань кількості енергії.

На рисунку 1 наведена структурна схема електромагнітного витратоміра-лічильника для системи обліку теплової енергії. Електромагнітний витратомір-лічильник містить датчик витрати теплоносія 1, датчик температури теплоносія 2, датчик тиску теплоносія 3, мікропроцесорний вторинний блок обліку теплоносія 4. Датчик витрати теплоносія 1 містить електромагнітний первинний вимірювальний перетворювач витрати 1.1, перетворювач «струм – частота» 1.2, блок гальванічної розв'язки 1.3. Датчик температури теплоносія 2 містить первинний вимірювальний перетворювач температури 2.1, блок вторинного перетворення 2.2 та блок гальванічної розв'язки 2.3. Датчик тиску теплоносія 3 містить первинний вимірювальний перетворювач тиску 3.1, блок вторинного перетворення 3.2 та блок гальванічної розв'язки 3.3. Мікропроцесорний вторинний блок реєстрації витрати теплоносія 4 містить мікроконтролер 4.1, блок цифрової індикації 4.2, блок обміну даних з комп'ютером 4.3 та блок живлення 4.4. Застосування в електромагнітному витратомірі-лічильнику датчику температури рідини та датчику тиску відповідно дозволяє здійснювати контроль температури рідини та її тиску. Застосування в датчиках температури та тиску блоків гальванічної розв'язки дозволяє здійснювати електричну передачу електричного вимірювального сигналу від пере-

творювачів температури та тиску до мікроконтролера без електричного контакту між ними.

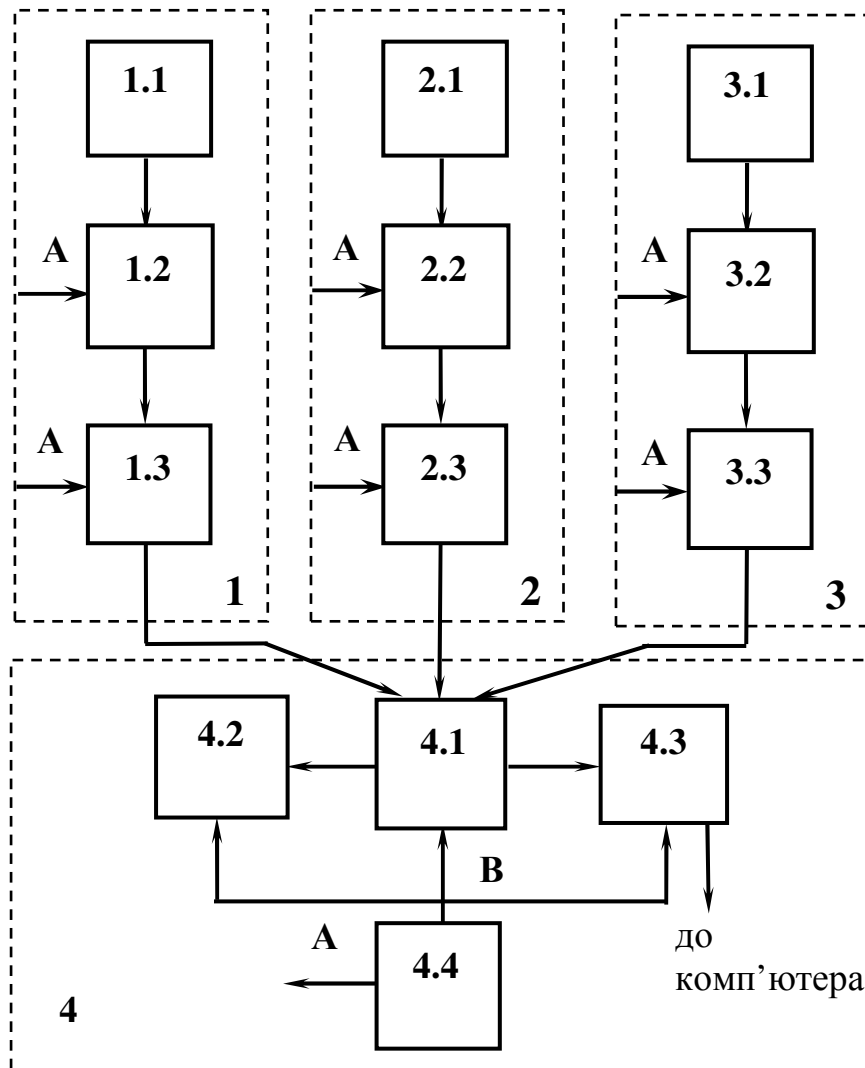


Рисунок 1. Структурна схема електромагнітного витратоміра-лічильника для системи обліку теплової енергії

Мікроконтролер мікропроцесорного вторинного блоку реєстрації витрати рідини витратоміра-лічильника призначений для обробки сигналів з датчику витрати, з датчику температури та з датчику тиску, їх перетворення в цифрову форму, обчислення кількості енергії, індикації, зберігання та передачі інформації через блок спряження на комп'ютер.

Висновки. Введення в структуру електромагнітного витратоміра-лічильника мікропроцесорного вторинного блоку реєстрації витрати теплоносія, датчиків температури та тиску дозволило розширити функціональні можливості відомих приладів обліку теплової енергії та обґрунтувати структуру нового електромагнітного витратоміра-лічильника для системи обліку теплової енергії.

УДК 631.37:621.313.13

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ РЕЖИМУ ОБ'ЄДНАННЯ НЕЙТРАЛЕЙ ДЖЕРЕЛА І АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Попова І.О., к.т.н.,

e-mail: irinapopova54@mail.ru

Курашкін С.Ф., к.т.н.

e-mail: serge.kuras@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет

Постановка проблеми. В більшості випадків виходу з ладу асинхронних двигунів викликано пошкодженням обмотки статора. А до специфічних умов експлуатації асинхронних двигунів в АПК слід віднести низьку якість електроенергії. Виникнення несиметрії фазних напруг і обрив фазного проводу кола є однією з головних причин виходу з ладу асинхронних двигунів.

Для підвищення експлуатаційної надійності асинхронних двигунів поточкових ліній, працюючих в АПК, доцільно одночасно з комбінованими пристроями захисту для захисту групи двигунів передбачати способи для полегшення режимів їх роботи при обриві фазного проводу на час завершення технологічного процесу. Одним з способів є об'єднання нейтралей джерела живлення і обмотки статора асинхронного двигуна, з'єднаного зіркою, оскільки даний режим роботи двигуна в порівнянні з режимом з ізольованою нейтраллю є більш сприятливим з точки зору розходу ресурсу ізоляції. Однак, з точки зору електробезпеки, в електричному колі виникає напруга зміщення нейтралі, а на корпусі можлива поява небезпечного електричного потенціалу.

Основні матеріали дослідження. В роботі наведені результати дослідження електробезпеки напруги зміщення нейтралі асинхронного двигуна потужністю 5,5 кВт. Початкові дані для розрахунку: асинхронний двигун 4А112М4У3, $P_n = 5,5$ кВт, $\cos\varphi_n = 0,85$, $\eta_n = 0,855$, $r_1' = 1,036$ Ом, $r_2'' = 0,786$ Ом, $x_1' = 1,496$ Ом, $x_1'' = 2,49$ Ом, $x_\mu = 53,0721$ Ом, $x_l = 1,457$ Ом, $I_n = 11,467$ А. На початку дослідження прийняти наступні припущення: коефіцієнт завантаження робочої машини $k_z = 1$, коефіцієнт, який характеризує механічну характеристику робочої машини $x = 1$, у випадку обриву фази ковзання двигуна $s = 1$, тобто двигун зупиняється. Користуючись Г-образної схеми заміщення асинхронного двигуна, розраховуємо комплекси повних опорів прямої $Z_1 = 17,725$ Ом, зворотної $Z_2 = 4,85$ Ом і нульової $Z_0 = 7,207$ Ом послідовностей.

Для дослідного режиму згідно методики [1] визначені комплекси сил струмів: прямої послідовності $\dot{I}_1 = 11,8e^{j36,7^\circ} = 8,965 - j6,69$ А, зворотної послідовності $\dot{I}_2 = 11,8e^{j36,7^\circ} = 8,965 - j6,69$ А, нульової послідовності $\dot{I}_0 = -3,32 + j3,186 = 4,578e^{j136,5^\circ}$ А. А оскільки струм у нульовому проводі дорівнює:

$$\dot{I}_N = 3\dot{I}_0. \quad (1)$$

Тоді сила струму в нульовому проводі $I_N = 13,734$ А.

Для розрахунку напруги зміщення нейтралі і електричного потенціалу на корпусі двигуна прийнято, що нульовий провід, виконаний проводом А-16 з параметрами $r_0 = 1,98$ Ом/км, $x_0 = 0,46$ Ом/км, $z_0 = 2,033$ Ом/км, має довжину 0,2 км. Тоді повний опір нульового проводу дорівнює $Z_N = 0,4066$ Ом.

Напругу зміщення нейтралі визначаємо за законом Ома:

$$U_N = I_N Z_N. \quad (2)$$

Розрахункова напруга зміщення нейтралі і електричний потенціал на корпусі двигуна $U_N = 5,49$ В.

Ця напруга зміщення нейтралі значно менша 36 В, що є найбільш допустимою напругою торкання при аварійному режимі виробничих електроустановок напругою до 1000 В з глухо-заземленою нейтраллю при тривалості більше однієї секунди згідно [2].

Висновок. При обриві фазного проводу асинхронного двигуна потокової лінії на час, необхідний для завершення технологічного процесу і полегшення режиму роботи двигуна, зменшення витрати ресурсу ізоляції і підвищення його технічних показників, можливо об'єднання нульових точок джерела живлення і обмоток статора асинхронного двигуна, з'єднаного зіркою, без втрати електробезпеки обслуговуючого персоналу.

Список використаних джерел

1. Попова І.О. Аналіз режиму роботи асинхронного двигуна при глибокій несиметрії напруг мережі і з'єднанні нульових точок джерела живлення і обмотки статора / І.О. Попова // Праці ТДАТА. – Вип.24. – Мелітополь, 2004. – С.138 – 143.
2. ДСТУ EN 45014-2001 Електробезпека та гранично допустимі значення напруг торкання і струмів

УДК 621.311.664.72

АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ЗЕРНООЧИСНО-СУШИЛЬНИХ АГРЕГАТІВ

Постнікова М. В., к.т.н.**e-mail: Marina_P1963@mail.ru***Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми. Сучасне сільське господарство вимагає збільшення енерговитрат. В умовах обмеженості запасів традиційних видів енергії велика увага приділяється питанням економії енергоресурсів.

Постановка завдання. Для більш повної характеристики стану і перспективних напрямів енергоефективності електрообладнання зерноочисно-сушільних агрегатів, необхідно провести порівняльний аналіз енергоємності процесів очищення і сушки зерна на зернопунктах.

Основні матеріали дослідження. Показником для визначення енергозберігаючих режимів роботи є питомі витрати електроенергії на процес обробки зерна. Аналіз розвитку зерновиробництва показує, що зерноочисно-сушільні агрегати, які впроваджуються в АПК і технологічні схеми яких стали класичними з початку 60-х років минулого століття, не в повній мірі відповідають сучасним вимогам з економії енергетичних і матеріальних витрат.

ОАО ГСКБ «Зерноочистка» розроблені і випускаються комплекти удосконалених зерноочисних агрегатів ЗАВ-10А, ЗАВ-20У, ЗАВ-40У, ЗАВ-100А. Агрегати можуть бути використані в якості базової основи не тільки як об'єкта післязбиральної обробки зерна і підготовки насіння, але і для переробки зерна (комбікорми, крупи, борошно).

Агрегати запроектовані таким чином, що до них може бути «прив'язана» сушарка, насіннеочисна приставка, відділення протруювання без зміни їх конструкції. Нове сімейство агрегатів ЗАВ призначено для післязбиральної обробки зерна і передбачає комплексну механізацію всього технологічного процесу. Окрім основних конструктивних переваг нові ЗАВ мають збільшену продуктивність на 25 %.

Оскільки виробництво зерна залежить від погодних умов в період збирання врожаю, необхідна відповідна техніка – сушарки. Аналіз сушарок вітчизняних та закордонних конструкцій показує, що найбільш освоєні в виробництві, надійні, ефективні та економічні в експлуатації, зерносушарки шахтного типу з коробами (ШКЗ), реалізація яких на світовому ринку щорічно складає до 65 %.

В теперішній час вирішуються не тільки технологічно-конструкційні проблеми, але і економіко-експлуатаційні в поєднанні з фінансово-ринковими, які дозволяють з мінімальними витратами і в необхідні агротроки висушити зерно початкової вологості до 35 % за один прохід (поточно).

При цьому питомі витрати електроенергії на планову тону продуктивності знижені на 6-43 %, а приведені витрати теплоти на 1 кг випарювальної вологи – на 5,7-14,2 %.

Величина продуктивності потокових ліній агрегатів і комплексів є основним фактором, який визначає питомі витрати електроенергії, а продуктивність потокової лінії визначається набором машин, які входять до неї (рисунок 1).

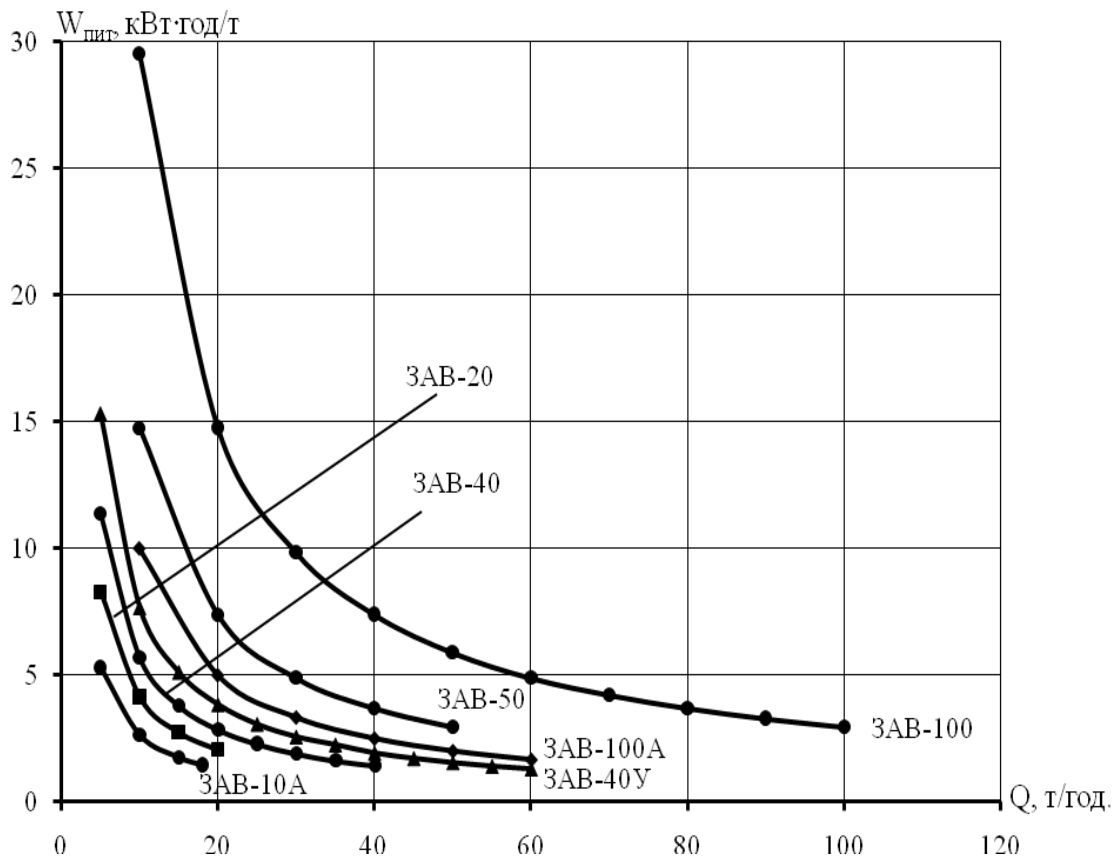


Рисунок 1. Залежності $W_{\text{пит}} = f(Q)$ для зерноочисних агрегатів

Висновки.

1 Питомі витрати електричної енергії існуючих зерноочисних агрегатів складають 1,28-3,93 кВт·год./т, зерносушильних комплексів 8,32-19,52 кВт·год/т.

2 Питомі витрати електричної енергії удосконалених зерноочисних агрегатів зменшені на 8-10 %, зерносушильних комплексів на планову тону продуктивності на 6-43 %.

УДК 681.527.2

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ АСИНХРОННИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ В СИСТЕМАХ ЗРОШЕННЯ**Соломаха О.В., к.т.н.****e-mail: a.solomaha@gmail.com***ТОВ «НВП «Преобразователь-комплекс»*

Постановка проблеми. Системи зрошення широко застосовуються у сільському господарстві для отримання високого вихідного валового продукту. Для приводу насосних установок в цих системах в основному використовуються асинхронні двигуни (АД). Переважна більшість з них застосовуються в нерегульованому приводі, що пояснюється складними нелінійними електромагнітними процесами в АД. Такі електроприводи мають низькі експлуатаційні показники.

Постановка завдання. При застосуванні керованого електропривода можливо досягти енергозаощадження до 60%, значно знизити пусковий та робочий струми АД, тим самим зменшити втрати електроенергії, усунути падіння напруги, коливання швидкості АД та обмежити можливі гідроудари, а також зменшити непродуктивні втрати води за рахунок зменшеного тиску в гідросистемі, тощо.

Основні матеріали дослідження. Для регулювання параметрів АД широко застосовують векторне і скалярне керування. В приводах насосів систем зрошення в наш час використовують перетворювачі частоти (ПЧ) лише зі скалярним керуванням. Це зумовлено меншою вартістю відносно ПЧ із векторним керуванням (ВК) та недостатньою обґрунтованістю їх застосування для вирішення проблем гідроударів. Компанія АВВ у співпраці з компанією ІТТ Flygt встановили, що керування моментом АД до повного зупинення насоса дозволяє практично повністю уникнути гідроударів. В насосах систем зрошення це можливо реалізувати тільки за допомогою застосування ВК. Крім того, в системах крапельного зрошення, які набувають все більшого розповсюдження, застосовуючи ПЧ з ВК можна відмовитись від встановлення дорогого редуктора-регулятора тиску, отримати якісне керування тиском, яке запобігає розривам крапельних стрічок.

Висновок. Використання керованого асинхронного електропривода (АЕП) на базі ВК в системах зрошення АПК підвищить ефективність енергозаощадження та експлуатаційні показники при покращенні якості зрошення порівняно зі скалярним.

УДК 621.313.333.2

РОЗРОБКА СПОСОБУ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В АСИНХРОННОМУ ЕЛЕКТРОДВИГУНІ ПРИ ЙОГО ЗМІННОМУ ЗАВАНТАЖЕННІ

Стребков О.А., інженер**e-mail: sashko@yandex.ru***Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми. Робочі машини фермерських господарств у більшості випадків обладнані застарілими приводними електродвигунами та пускозахисної апаратурою, а питанню модернізації обладнання майже не приділяється уваги через його високу вартість.

Внаслідок цього, через відсутність засобів регулювання режимів роботи електродвигунів при змінному навантаженні робочих машин спостерігається нераціональне споживання електричної енергії і необхідні способи забезпечення енергозберігаючого режиму електродвигуна.

Постановка завдання. Таким чином, поставлено завдання розробки пристрою забезпечення енергозберігаючого режиму асинхронного електродвигуна при його змінному навантаженні.

Основні матеріали дослідження. За методикою, викладеною в [1], проведемо кількісний аналіз коефіцієнта втрат активної потужності в асинхронному електродвигуні у функції коефіцієнта навантаження робочої машини, з урахуванням рівня живлячої напруги.

Кількісний аналіз було проведено на прикладі електродвигунів типорозміру 4A100S2Y3, 4A132M2Y3, 4A180M2Y3.

Аналіз отриманих залежностей коефіцієнта втрат активної потужності електродвигунів в залежності від навантаження показав, що незалежно від типу робочої машини при зниженні напруги на затискачах електродвигунів відбувається спочатку зменшення коефіцієнта втрат активної потужності, а потім різке збільшення. Наприклад, для електродвигуна типорозміру 4A100S2Y3 коефіцієнт втрат зменшується в діапазоні навантаження до 50%. При навантаженні електродвигуна на 50-70% коефіцієнт втрат є мінімальним при значенні напруги близькому до номінальної, а в діапазоні від 70% і вище коефіцієнт втрат буде зменшуватись при збільшенні напруги живлення.

На підставі сказаного вище була складена математична модель та структурна схема системи забезпечення енергозберігаючого експлуатаційного режиму роботи асинхронного електродвигуна (рис. 1).

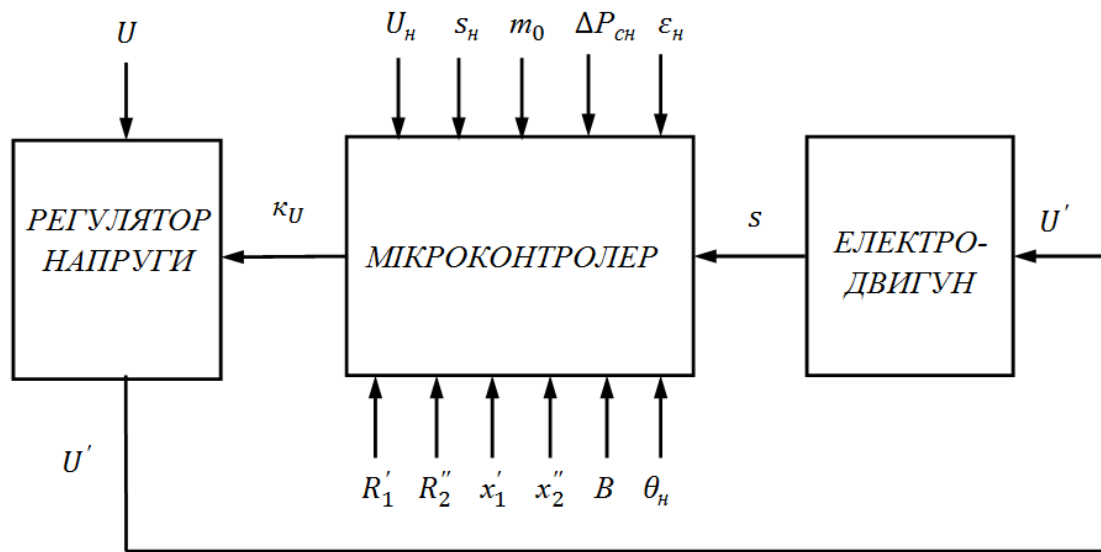


Рисунок 1. Структурна схема системи забезпечення енергозберігаючого експлуатаційного режиму роботи асинхронного електродвигуна

Висновки.

1. Розроблена методика аналітичного дослідження втрат активної потужності в асинхронному електродвигуні з короткозамкненим ротором у функції коефіцієнта його завантаження та рівня живлячої напруги.

2. Аналіз отриманої залежності коефіцієнта втрат активної потужності показує, що вона носить нелінійний екстремальний характер і її використання дозволяє забезпечити енергозберігаючий експлуатаційний режим роботи асинхронного електродвигуна шляхом визначення оптимального рівня живлячої напруги при змінному завантаженні останнього. Так, наприклад, для електродвигуна типорозміру 4A132M2Y3 при коефіцієнті завантаження на 50%, зменшуючи кратність живлячої напруги до 0,8, втрати активної потужності зменшуються з 969 Вт до 897 Вт, тобто на 7,8%, а при збільшенні завантаження до 120%, збільшуючи кратність живлячої напруги до 1,1, втрати активної потужності зменшуються з 1776 Вт до 1738 Вт, тобто на 2,1%.

Список використаних джерел

1. Овчаров С. В. Исследование потерь активной энергии в асинхронном электродвигателе в эксплуатационных условиях / С. В. Овчаров, А. А. Стребков // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – Т. 2, N 8(74). - С. 22-28.

СЕКЦІЯ 2.**ЕЛЕКТРО- ТА НАНОТЕХНОЛОГІЇ**

УДК 66.086.2

ЕЛЕКТРИЧНИЙ ФІЛЬТР ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ОЛИВ**Назаренко І.П., д.т.н.,****e-mail: nazarenko-64@mail.ru****Коваль Д.М., інженер****e-mail: kvldmitry@gmail.com***Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми. Повторне використання нафтових олив, рослинних олій та інших рідин дозволяє уникнути зайвих витрат, тому виникає необхідність у розробці електричного фільтра для очищення цих продуктів.

Постановка завдання. Метою дослідження є визначення конструктивних параметрів та конструювання фільтра як елемента електротехнологічного комплексу очищення паливно-мастильних рідин.

Основні матеріали дослідження. Великий інтерес викликають фізичні способи очищення від забруднень, зокрема, очищення в електричному полі та комбіновані способи [1]. В фільтрах для електричного очищення і сепарації використовують різні системи електродів: плоскі паралельні електроди для створення однорідного поля, комбінації пластинчастих, голчастих, циліндричних, конічних, сітчастих електродів та електродів інших форм - неоднорідного.

Система плоских електродів з паралельними плоскими пластинами застосовується в пристроях очищення і сепарації без значної неоднорідності поля, наприклад, в електроосаджувачах з перфорованими електродами, які працюють на постійному струмі на основі електрофоретичного ефекту. Під дією сил електричного поля зважені частинки осідають на електродах, очищений продукт виходить з фільтра, при цьому отвори закупорюються і потребують часткої промивки [2].

В даному дослідженні пропонується конструювання фільтра рулонного типу з сітчастими електродами, який живиться трифазною системою напруги змінного струму. В якості електродів використовується латунна сітка з квадратними отворами. Міжелектродний простір заповнений двома шарами ізолюючої акрилової сітки. Сітки електродів намотані на текстолітовий стрижень діаметром 20 мм із кутовим зміщенням початку кожної сітки 120° , що відповідає куту зсуву фаз у трифазній системі змінного струму.

Корпус фільтра являє собою пластмасовий циліндр. В якості дна використовується диск із прозорого органічного скла товщиною 20 мм, в якому профрезеровані три концентричні канавки трапецієвидного перерізу шириною 10 мм. Канавки віддалені від центру на різну ві-

дстань, що дозволяє розділити потік очищеної рідини від забрудненої. В дно фільтра в усі три канавки вставлені штуцери, до яких можна приєднати шланги.

Основні параметри фільтра наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні конструктивні параметри фільтра

Параметр	Значення
Висота корпусу фільтру, мм	200
Внутрішній діаметр фільтру, мм	100
Ширина сіток, мм	100
Розмір чарунки латунної сітки, мм	1x1
Товщина латунної сітки, мм	0,5
Розмір чарунки ізолюючої акрилової сітки, мм	5x5
Товщина ізолюючої акрилової сітки, мм	1
Внутрішній діаметр шлангів для відведення домішок, мм	10

Принцип роботи фільтру заснований на силі, яка діє на поляризовану частинку в біжучому електричному полі [3]. В запропонованій конструкції ця сила спрямована вздовж радіусу циліндра, а потік рідини – вздовж його утворюючої. Завдяки цьому забезпечується дрейф частинок домішок від осі циліндру до стінки. Це дає змогу відокремити домішки в окремий вихідний патрубок і забезпечити безперервний режим роботи без періодичного очищення сітчастих електродів.

Висновок. Таким чином, сконструйований фільтр для очищення олив дозволяє проводити очищення слабопровідних рідин в безперервному режимі.

Список використаних джерел.

1. *Назаренко І.П.* Методи і технічні засоби очищення нафтопродуктів. / *І.П.Назаренко, Д.М. Коваль, С.В. Дубініна* // Електрон. текстові дані. – on-line. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2015. – Вип.5, т.2. . – С. 232-236. – Режим доступу: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/e-index.html>.

2. *Эфендиев О.Ф.* Электроочистка жидкости в пищевой промышленности/ *О.Ф. Эфендиев.* – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 149 с.

3. *Назаренко И. П.* Очистка и сепарация слабопроводящих суспензий в бегущем электрическом поле / *И. П. Назаренко* // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 16-17 окт. 2013 г.). В 3 т. Т. 3. / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». - Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2014. - С. 51- 58.

УДК 631.563

**ВИМОГИ ДО СПЕКТРАЛЬНОГО СКЛАДУ
ФОТОСИНТЕЗНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ****Червінський Л.С., д.т.н.,****e-mail: lchervinsky@gmail.com****Луцак Я.М., інженер***Національний університет біоресурсів і природокористування
України*

Постановка проблеми. В результаті багаторічних досліджень вченими в різних країнах [2] було встановлено, що всі рослини можна розділити на дві основні групи: світлолюбні і сутінколюбиві.

Основні матеріали дослідження. Для порівняння ефективності впливу спектрального складу штучних джерел фотосинтезного випромінювання опромінення використовували опромінювачі типу РСП-ВОТ-02 з лампами ДНаТ-250 та ДРИ-250-5 та світлодіодний випромінювач з червоними і синіми світлодіодами (у співвідношенні 3:2 відповідно).

Для визначення ефективного режиму опромінення було вибрано п'ять рівнів опромінення ФАР: 40, 50, 60, 70, 80 Вт/м² при застосуванні розрядних ламп та 5, 7,5, 10, 12,5, 15 Вт/м² при застосуванні світлодіодних світильників, при кожному з яких проводилися чотирикратні вимірювання та обчислення. При цьому питома споживана потужність установки з розрядними лампами становила 312 Вт/м², світлодіодного опромінювача – 18,5 Вт/м². Дослідження проводились на ранніх тепличних культурах: салаті-латук та цибулі-шалот, яка вирощується на зелене перо.

Висновки:

Найбільш сприятливими для вирощування світлолюбних рослин є інтенсивності світла в межах 150-350 Вт/м², а оптимальний склад випромінювання має наступне співвідношення енергій по спектру: 30% - у синій області (380-490 нм), 20% - в зеленій (490- 590 нм) і 50% - в червоній області (600-700 нм).

Встановлено, що морфометричні показники рослини досягають максимального значення при рівнях опромінення 60-70 Вт/м² для розрядних джерел світла та 12-15 Вт/м² для світлодіодів. В умовах низького освітлення формуються тонкі та більш зневоднені паростки .

Список використаних джерел

1. *Червінський Л.С.* Використання світлодіодів у світлокультурі тепличних рослин / *Л.С. Червінський, Л.О. Сторожук, Я.М. Луцак* // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – Київ: НУБіП, 2015. – вип.209, частина 2: Техніка та енергетика АПК. – С.153–159
2. *Червінський Л.С.* Особливості застосування світлодіодних джерел світла в світлотехнічних установках / *Л.С. Червінський, Я.М. Луцак* // Науково-технічний журнал «Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК». – Харків: ХНТУСГ, 2015 – №1 (3). – С. 43–45.
3. *Червинский Л.С.* Обоснование влияния спектрального состава источников световой энергии на жизнедеятельность растений в сооружениях закрытого грунта / *Л.С. Червинский, Я.Н. Луцак* // Теоретический и научно-практический журнал Всероссийского научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства «Инновации в сельском хозяйстве». – Москва: – ВИЭСХ. 2016 – Выпуск №4(9) – С. 180-187.
4. *Червінський Л.С.* Метод визначення просторової фотосинтезної опроміненості / *Л.С. Червінський, С.М. Усенко, Т.С. Книжка, Я.М. Луцак* // Технічна електродинаміка, Інст. Електродинаміки НАН України, №5 – 2016- м. Київ, С. 88-90.

УДК 621.385: 631.234

ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ РАСТЕНИЙ В ТЕПЛИЦЕ

Червинский Л.С., д.т.н.,

e-mail: lchervinsky@gmail.com

Луцак Я.Н., инженер

*Національний університет біоресурсов и природопользования
Украины*

Постановка проблемы. В осветительных установках Украины расходуется примерно 25% генерирующей электрической энергии, то есть около 25 млрд. кВт.ч. Поэтому рассмотрены новые возможные пути интенсификации производства растений и рационального использования электрической энергии при искусственном облучении растений.

Постановка задания. Рассмотрены энергоэффективные источники света и системы облучения. Обоснована необходимость использования светодиодных источников света в теплице для облучения растений и разработана энергоэффективная система облучения.

Основные материалы исследования. Показано, что отсутствие в излучении ламп отдельных участков спектра может привести к нарушению роста растений при длительном выращивании их под этими источниками света (табл.1).

Таблица 1 - Влияние на растения различного оптического излучения

Диапазон длин волн, нм	Влияние на растения
400...500 (синий цвет)	Формирование низкорослых растений с низкой производительностью в результате накопления в листьях ингибитора роста. При этом стебли укороченные, листья утолщенные, но мелкие.
500...600 (зеленый цвет)	Формирование растений с вытянутыми формами и тонкими листьями, с низкой производительностью.
600...780 (красный цвет) важная зона 640...680 нм	Формирование у растений высокого ростового эффекта. При недостатке этого излучения у растений формируются неполноценные генеративные органы, что приводит к низкой урожайности.

Современные светодиодные лампы перекрывают весь видимый диапазон оптического спектра: от красного до фиолетового цвета. Составляя комбинации из светодиодов разных цветовых групп, можно получить источник света с практически любым спектральным составом в видимом диапазоне. Поэтому использование в фитолампе комбинации синих и красных светодиодов позволяет эффективно использовать энергию только на полезный для растений свет.

Вывод. Учитывая, что современные теплицы представляют собой сложные технические комплексы, в большей части роботизированные, управление которыми осуществляется при помощи автоматизированных систем, в которые достаточно органично можно добавить и управление освещением, причём как по интенсивности, так и по спектральному составу излучения, и производить такие управляющие операции по программам, учитывающим фазу развития растений. Для этого наиболее подходят светодиодные источники.

Список використаних джерел

1. Государственная целевая экономическая программа энергоэффективности на 2010-2015 годы. Утверждена постановлением Кабинета Министров Украины от 1.03.2010, №243.
2. Червінський Л.С. Використання світлодіодів у світлокультурі тепличних рослин / Л.С. Червінський, Л.О. Сторожук, Я.М. Луцак // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. –Київ: НУБіП, 2015. – вип.209, частина 2: Техніка та енергетика АПК. – С.153–159
3. Червінський Л.С. Особливості застосування світлодіодних джерел світла в світлотехнічних установках / Л.С. Червінський, Я.М. Луцак // Науково-технічний журнал «Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК». – Харків: ХНТУСГ, 2015 – №1 (3). – С, 43–45.
4. Червинский Л.С. Обоснование влияния спектрального состава источников световой энергии на жизнедеятельность растений в сооружениях закрытого грунта / Л.С. Червинский, Я.Н. Луцак // Теоретический и научно-практический журнал Всероссийского научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства «Инновации в сельском хозяйстве». – Москва: – ВИЭСХ. 2016 – Выпуск №4(9) – С. 180-187.
5. Червінський Л.С. Метод визначення просторової фотосинтезної опроміненості / Л.С. Червінський, С.М. Усенко, Т.С. Книжка, Я.М. Луцак // Технічна електродинаміка, Інст. Електродинаміки НАН України, №5 – 2016 – м. Київ, С. 88-90.

УДК 631.371

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИНТЕЗАТОРІВ ЧАСТОТИ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ РЕФЛЕКТОМЕТРІЇ

Борохов І.В., к.т.н.

e-mail: Bogdan110378@rambler.ru

Таврійський державний агротехнологічний університет

Постановка проблеми. При прагненні поліпшити показники з тих чи інших експлуатаційно-технічних характеристик системи синтезу частот (ССЧ), як правило, виникають протиріччя. Так, наприклад, щоб зменшити час установлення частоти вихідних коливань, може виявитися необхідним примиритися з деяким підвищенням рівня побічних спектральних складових; розширення перекриваємого діапазону може змусити збільшити крок сітки частот. Пошуки рішень, що дозволяють отримати високі показники тому чи іншому комплексу основних експлуатаційно-технічних характеристик, вимагають створення численних типів ССЧ.

Постановка завдання. Обґрунтування методу синтезу частот для подальшого створення збудника рефлектиметричної системи для дистанційного вимірювання діелектричних параметрів біооб'єктів.

Основні матеріали дослідження. Проаналізувавши існуючі способи синтезу частот, було виявлено ряд переваг та недоліків за різними показниками, що представлено нижче.

Синтез методом гармонік може бути виконаний з використанням пасивного або активного фільтра, за рахунок неперебудови якого можна отримати високі добротності. За рахунок цього забезпечується низький рівень фазових шумів у вихідному каскаді. Але при цьому частота вихідного сигналу відхиляється далеко від відповідної частоти.

У приладах з прямим методом синтезу частот використовується стабільний генератор з кількома каскадами гармонійних множувачів і змішувачів, що забезпечує широкий вибір частот на виході. Великого поширення набули декадні синтезатори, в яких сітка частот визначається співвідношенням

$$f_{вих} = f_0 [M + 10^m (n_1 + 0,1n_2 + 0,01n_3 + 0,001n_4 + \dots)], \quad (1)$$

де $n_1, n_2, n_3, \dots$ - цілі числа натурального ряду від 0 до 9;

M і m - фіксовані величини, які визначають діапазон частот синтезатору.

При малих кроках вже не має значення, що $f_{вих}$ змінюється дискретно, а не плавно. Частотна декада перетворює одну з опорних час-

тот f_i в кілька частот в межах одного десяткового розряду. Число цих частот визначається конкретним видом співвідношення.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (2)$$

При прямому синтезі кожна декада є генератор гармонік f_i , які виділяються за допомогою смугових фільтрів. Декади вміщують у собі зазвичай один або два змішувача в поєднанні з дільником частоти в 10 разів і включаються послідовно або паралельно. Верхня межа частоти в таких синтезаторах досягає сотень мегагерц (500 МГц).

При непрямому синтезі частот кожна декада має кільце фазової автопідстройки частоти (ФАПЧ) і може виконуватися як з множенням, так і з розподілом частоти. На рис. 1 показана одна з можливих схем непрямого синтезу частот. Напряга частотою f_n/K_d (K_d - коефіцієнт ділення УДЧ) з виходу керованого генератора (УГ) через керований дільник частоти (УДЧ) надходить на один вхід фазового детектора (ФД), на другий вхід якого з кварцевого генератора (КГ) через дільник частоти (ДЧ) надходять опорні коливання з частотою f_0/n (n - коефіцієнт розподілу ДЧ). В результаті порівняння фаз двох коливань на виході ФД формується напруга, яка, змінює вихідну частоту УГ і пропорційно інтегралу від різниці частот f_n/K_d і f_0/n .

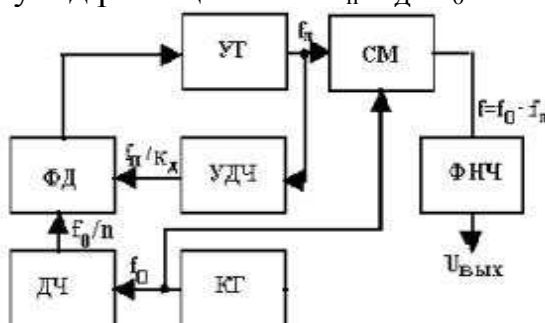


Рисунок 1. Можлива схема непрямого синтезу частот

Вихідні коливання УГ і КГ змішуються в змішувачі (СМ), на виході якого буде сигнал з частотою $f=f_0-f_n$. ФНЧ призначений для пригнічення вищих гармонік різницевої частоти. Змінюючи коефіцієнт ділення УДЧ, можна перебудувати частоту вихідних сигналів в широких межах. При відповідному виборі значення f_0 (для деяких схем f_0 в межах 1-10 МГц) можна за допомогою одного синтезатора перекрити діапазони інфранизких, низьких і високих частот.

Висновок. На основі аналізу різних способів синтезу частот, можна зробити висновок про те, що для забезпечення необхідних для дистанційної рефлектометрії біооб'єктів характеристик, доцільно використовувати тільки синтезатори частоти, які засновані на непрямому методі.

УДК 621.234

**ВИЗНАЧЕННЯ ШТУЧНИХ ДЖЕРЕЛ ОСВІТЛЕННЯ У
КОНТЕКСТІ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І БЕЗПЕКИ
ЕКСПЛУАТАЦІЇ, ТА АНАЛІЗ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ
ЇХ ВИРОБНИЦТВА**

Василенко О.О., к.т.н.,**e-mail: vasilenko_sumy.mail.ru****Семерня О.В., інженер***Сумський національний аграрний університет*

Постановка проблеми. Світло – ключовий елемент здатності бачити, оцінювати форму, колір і перспективу оточуючих нас предметів. Недостатнє освітлення викликає зоровий дискомфорт, що виражається у відчутті незручності або напруженості. Тривале перебування в умовах зорового дискомфорту призводить до відволікання уваги, зменшення зосередженості, зорового і загального стомлення. Крім створення зорового комфорту світло завдає людині психологічного, фізіологічного і естетичного впливу. Незадовільна освітленість у робочій зоні може бути причиною зниження продуктивності і якості праці, отримання травм. Метою роботи є порівняння наявних освітлювальних пристроїв з найновітнішими та найекономічнішими – світлодіодними лампами.

Постановка завдання. Дослідження раціональності використання енергозберігаючих ламп; розгляд видів виробничого і штучного освітлення; порівняння широко розповсюджених ламп (лампи розжарювання, люмінесцентні лампи та світлодіодні лампи); дослідження шляхів удосконалення виготовлення світлодіодних ламп; проведення розрахунків економії електроенергії, а також доведення раціональності використання енергозберігаючих світлодіодних ламп.

Основні матеріали дослідження. Можливість отримання світіння за допомогою використання напівпровідникових матеріалів була відкрита ще в 1907 році експериментатором з Британії Генрі Раундом. Перший світлодіод з видимим спектром випромінювання з'явився лише в 1962 році. Таким чином, головна заслуга в розробці напівпровідникових джерел світла належить саме даному вченому і винахідникові. Трохи раніше, у 1961 році, Гарі Питманом і Робертом Байардом була розроблена технологія створення інфрачервоних світлодіодів. Після відкриття напівпровідникових лампочок з червоним випромінюванням поступово розробили зелені, жовті, оранжеві, сині джерела світла. Перший білий світло діод з'явився тільки в самому кінці 20-го

століття. Насправді, він являє собою джерело синього випромінювання, на поверхню колби якого нанесено люмінофор, перетворюючий синє світіння в біле. Сині світло діоди з'явилися на світ в 1995 році завдяки японським винахідникам.

Завдяки тривалому терміну служби даних приладів скорочуються грошові витрати, які йдуть на їх технічне обслуговування освітлювальних пристроїв (не потрібно часта заміна лампочок). Крім того, економічність використання світлодіодних джерел світла полягає і в їх зниженому енергоспоживанні. Порівняно з люмінесцентними лампами, а тим більше з лампами розжарювання, напівпровідникові прилади споживають в рази меншу потужність. При заміні традиційних освітлювальних приладів розглянутими джерелами світла можна скоротити грошові витрати на оплату електроенергії на 60-90%.

Світлодіодні лампи мають гарну стійкість до різних зовнішніх впливів. Міцність і надійність даних пристроїв пояснюється особливостями їх конструкції. Світлодіодні лампи — це абсолютно нешкідливі для екології пристрої. В їх конструкції немає токсичних речовин, які б загрожували чистоті навколишнього світу і людському здоров'ю. Завдяки цьому, виключається необхідність спеціальної утилізації даних джерел світла, яка нерідко вимагає вкладення значних грошових сум. За яскравістю випромінювання світлодіодні лампи поступаються деяким газорозрядним джерелам світла. Ще одна перевага, якою володіють світлодіодні лампи - це їх швидке реагування на подачу живлення, тобто вони, на відміну від багатьох люмінесцентних ламп, видають повну потужність свого випромінювання відразу ж після включення. Крім того, кількість і періодичність «включень/виключень», а також стрибки напруги, не впливають на тривалість терміну служби.

Висновок. В даній роботі було розглянуто дуже важливе питання сучасності – економія енергії. Проблема, яка виходить на перше місце на рівні з продовольчою проблемою.

В процесі дослідження були описані конструкції, переваги та недоліки основних типів освітлювальних пристроїв. Було проведено економічний розрахунок, який показав, що застосування світлодіодних ламп дає найбільший як економічний ефект – зменшення витрат на електроенергію сягає п'яти разів, так само, як і викидів небезпечних речовин у атмосферу, в наслідок генерації електроенергії для їх роботи. Останніми роками ми стаємо свідками стрімкого розвитку оптоелектроніки. Судячи з усього, вже найближчим часом світлодіоди в освітленні здатні зробити решту всіх джерел світла лише надбанням історії, оскільки, по-перше, світлодіоди споживають на багато менше електричної енергії, по-друге, практично не нагріваються, що робить їх абсолютно безпечними у використанні.

УДК 621.319.7:631.53

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН В ПРОРОСТАННІ НАСІННЯ ПІД ВПЛИВОМ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО І МАГНІТНОГО ПОЛІВ

Гулевський В.Б., к.т.н.,

e-mail: v_gul@bk.ru

Стьопін Ю.О., к.т.н.,

Перова Н.П., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Постановка проблеми. Підвищення посівних якостей і адаптивних властивостей насіння сільськогосподарських культур разом із звичайними агротехнічними прийомами, має істотне значення у вирішенні проблеми підвищення врожайності [1,2]. Біологічна різноманітність насіння сільськогосподарських культур призводить до розтягнутого періоду проростання, різної сили зростання і реакції на несприятливі умови вирощування, що веде до зниження урожаю.

В останній час особливий інтерес представляють дослідження впливу на рослини електростатичного і магнітного полів. Як відомо, життєдіяльність будь-якого організму супроводжується протіканням всередині нього дуже слабких електричних струмів - біострумів, що виникають внаслідок електричної активності клітин [3].

Незважаючи на безперечний, позитивний вплив магнітних і електричних полів на рослини, починаючи з насіння, актуальність наших досліджень полягає в тому, що у виробничих масштабах на рослини найдоцільніше впливати через воду, яка використовується для поливу. Але воду, заздалегідь оброблену електростатично і магнітним полем [4-5]. Це можна віднести до переваг пропонованого нами підходу, оскільки при його використанні знижується ступінь хімічного впливу на посівний матеріал і значно скорочується час його обробки.

Постановка завдання. Практична цінність полягає в тому, що позитивні результати дослідження можуть надалі використовуватися в агропромисловому комплексі, а також лягти в основу більш складних досліджень. Для досягнення мети поставлені наступні завдання: провести експериментальне дослідження та проаналізувати їх результати.

Основні матеріали дослідження. Згідно із обраною методикою експерименту, насіння обраних культур були розділені на експериментальну і контрольну групи. Насіння експериментальної групи були розділені на наступні підгрупи:

- насіння, полив яких здійснювався позитивно зарядженою водою;
- насіння, полив яких здійснювався негативно зарядженою водою;

- насіння, на які впливали магнітним полем.

На першому етапі проводилася посадка насіння в контейнери. Полив насіння експериментальної групи проводився раз в два дні однаковою кількістю певної експериментальної рідини.

На другому етапі проводилося фіксування результатів - щодня в один і той же час. Підраховувалася кількість пророслого насіння в кожному контейнері, відбувався вимір «середньої» довжини проростків рослин в кожній групі. У таблиці 1 наведені результати дослідження. У графі «кількість» відображено кількість пророслого насіння, в графі «довжина» наводяться дані про середню довжину проростків в кінці дослідження.

Таблиця 1 – Результати досліджень

Насіння культур	Групи							
	«+»		«-»		Контр.		Магніт.	
	Кільк.	Довжина	Кільк.	Довжина	Кільк.	Довжина	Кільк.	Довжина
Квасоля	4	19,7	5	22,4	4	15,2	7	28,4
Гарбуз	5	13,5	6	17,1	4	8,2	7	20

Результати дослідження показали, що протягом всього вегетативного періоду від посадки до досягнення проростками певної величини насіння з експериментальних груп розвивалися краще, ніж насіння з контрольної групи. Найбільший позитивний вплив на зростання і розвиток рослин зробило магнітне поле низької інтенсивності. Чітко проявляється стимулюючий вплив і сприятлива дія негативно зарядженої води. Вплив позитивно зарядженої води менш виражений.

Висновки. Проведене дослідження і отримані результати показали, що вплив електростатично зарядженої води і магнітного поля позитивно впливають на швидкість і ступінь проростання насіння культурних рослин. Найкращий вплив негативно зарядженої води в порівнянні з позитивно зарядженою можна пояснити тим, що сама рослина, зазвичай, заряджена негативно. Поглинання з води додаткових негативних іонів збільшує різницю потенціалів між рослиною і атмосферою, що позитивно позначається на фотосинтезі.

Список використаних джерел

1. Бородин И.Ф. Развитие электротехнологии в сельскохозяйственном производстве / И.Ф. Бородин // Мех. и электр. сел. хоз-ва, 1983, № 6.
2. Живописцев Е. Н. Электротехнология в сельскохозяйственном производстве / Е.Н. Живописцев. - М.: ВНИИТЭИСХ, 1978. — 276 с.
3. Ксенз Н. В. Анализ электрических и магнитных воздействий на семена / Н. В. Ксенз, С. В. Качешвили // Механизация и электрификация сельского хозяйства. –2000. –№ 5. –С. 30–31.
4. Классен В.И. Вода и магнит /В.И. Классен.- М.: Наука, 1973. – 111с.
5. Бахир В.М. Электрохимическая активация / В.М.Бахир - М.: ВНИИ мед. техники,1992. - 2 ч. - 657 с; - ил.

УДК 621.319.7:631.53

ПЕРЕДПОСІВНА ОБРОБКА ГОРОХУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ ПОЛЕМ НАДВИСОКОЇ ЧАСТОТИ НВЧ

Гулевський В.Б., к.т.н., доцент e-mail: v_gul@bk.ru

Стьопін Ю.О., к.т.н., доцент

Перова Н.П., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Постановка проблеми. На даний час в сільському господарстві почали широко використовувати фізичні методи впливу на культурні рослини. Вони виступають альтернативою хімічним методам обробки, і при цьому досить ефективні. Один з таких методів – вплив на насіння сільськогосподарських культур електромагнітним полем надвисокої частоти.

Дана технологія направлена на стимуляцію метаболічних процесів в рослинних біологічних об'єктах з метою підвищення їх врожайності та якості і має цілий ряд переваг, а головною перевагою НВЧ обробки насіння, є значна економія часу, так як процес обробки відбувається досить швидко. Окрім того, дана технологія дозволяє зберегти в насінні всі поживні речовини, вітаміни та мінерали, що при обробці іншими методами домогтись досить складно.

Метою дослідження є вдосконалення способу передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур електромагнітним полем надвисокої частоти.

Постановка завдання. Задачею досліджень є вибір способу обробки насіння, який дозволяє отримати найбільшу врожайність. При цьому продуктивність пристрою, що здійснює обробку, була максимальною, а питомі витрати електроенергії мінімальними. На основі теоретичного аналізу й експериментальних даних ми знайдемо найбільш доцільний, з практичної точки зору, спосіб та діапазон опромінювання.

Основні матеріали дослідження. Методика лабораторних дослідів: перед обробкою в НВЧ насіння зволожувалися протягом трьох хвилин до вологості 14,0%. Попередньо зволожені насіння гороху поміщали в камеру мікрохвильовій печі, де при різних режимах здійснювалася прогрівання і знезараження насіння від насінневої інфекцій. Встановлювалася лабораторна схожість насіння та їх зараженість насіннєвий інфекцією. В процесі експериментів визначали кінцеву температуру насіння після їх обробки в НВЧ-полі.

У відповідності з допустимою температурою нагріву насіння вибиралося поєднання діапазону питомої потужності $P_{уд}$ (Вт/дм³) НВЧ та часу обробки. За час 30...90 с, при різних питомих потужностях насіння нагрівається до температури $t=20...60^{\circ}\text{C}$, при цьому, допустима вологість для нагріву поверхні насіння дорівнює 14%.

Вищевикладене дозволяє виділити два основні чинники впливу на кінцеву температуру насіння і прийняти наступні межі їх зміни: x_1 (τ) - експозиція обробки; x_2 ($P_{уд}$) - питома потужність НВЧ, Вт/дм³.

Досліджувалось кілька варіантів впливу на енергію проростання та лабораторну схожість насіння; при цьому контрольна проба не піддавалася впливу НВЧ. Насіння оброблялось на лабораторній установці з частотою магнетрона 2,45 ГГц в трьох режимах потужності 0,6, 0,4 та 0,8 кВт/кг, та в п'ятьох режимах експозиції обробки – 45,60,75,90 і 105 с.

Після обробки насіння висівалось в контейнери із зволженим піском. Досліди проводились в трьох кратному повторенні. Енергія проростання та схожість насіння гороху визначались на 4-ту та 7-му добу відповідно за стандартною методикою (Визначення проростання та схожості, ДСТУ 12038-84).

У насінні в початковий період нагрівання відбуваються обмін речовин, дихання. Перед обробкою в НВЧ насіння зволожуються протягом трьох хвилин, при цьому їх вологість збільшується до 14%. Таким чином, в насінні з'являється вільна волога, яка не є необхідною для життєдіяльності рослинного матеріалу і вони цю вологу при нагріванні віддають без вітального опору. У початковий період обробки відбувається нагрівання плівки води, насіння при цьому нагріваються незначно. Так при нагріванні насіння до 50°C волога переміщається всередині насінини завдяки градієнту вологості (влагопровідність), а градієнт температури (термовлагопровідність) служить додатковим опором для переміщення вологи. Тому температурний градієнт та його гальмівна дія для переміщення вологи з внутрішніх шарів насіння до зовнішнього не великі.

Висновки. Аналіз дослідження показав, що найбільш сприятливі зміни відбулися при питомій потужності обробки в 0,4 кВт/кг та 0,6 кВт/кг і експозицією в 60 і 105 с, відповідно. Енергія проростання склала +10 і +7% відносно до контролю, а лабораторна схожість відповідно +13 і +9%. При НВЧ-обробці протягом 75 та 90 с і потужності 0,8 кВт/кг, а також при 105 с і потужністю 0,6 кВт/кг спостерігалось зниження енергії проростання та лабораторної схожості порівняно з контролем.

УДК 631.234

АВТОМАТИЗОВАНИЙ АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЙ У ТЕПЛИЦЯХ

Кашкарьов А.О., к.т.н. e-mail: anton.kashkarov@tsatu.edu.ua
Таврійський державний агротехнологічний університет

Постановка проблеми. Аналіз наукових робіт свідчить про беззаперечну ефективність використання електротехнологій у спорудах закритого ґрунту, а також про наявну розрізненість наукових досліджень. Це пов'язано із специфікою впливу електротехнологій на біологічні об'єкти, широким переліком технологічних процесів (ТП), специфікою функціонування об'єктів керування та уподобаннями дослідників і виробників. Наявні дослідження, як у рамках окремих ТП у теплицях так і окремого впливу електротехнологій на біологічні об'єкти і ресурси (повітря, ґрунту, живильні розчини та ін.).

Поточний стан даного напрямку підвищення ефективності функціонування теплиць потребує ґрунтового аналізу, для визначення ефективних техніко-технологічних рішень для впровадження та обґрунтування напрямів подальших наукових досліджень.

Постановка завдання. Визначити інструментарій аналізу наукових досліджень впливу електротехнологій на біологічні об'єкти споруд закритого ґрунту та досвід їх впровадження у виробництво.

Основні матеріали дослідження. Вирішити поставлене завдання можливо тільки за допомогою автоматизованого аналізу зазначених результатів досліджень. Якщо аналізувати результати наукових і виробничих досліджень на основі авторефератів і патентів на корисну модель. Зазначені документи добре структуровані і формалізовані, що дозволить впровадити інструменти автоматизації.

Реалізувати поставлене завдання можливо за допомогою використання генетичних алгоритмів (ГА). Методи об'єктно-орієнтованого проектування (ООП) дозволять автоматизувати зв'язок між етапами ГА (визначення хромосом, генерація особин і популяцій, визначення пристосованості та ін.) та сформувати бази вхідних даних. Суттєвою перевагою ООП є створення класів із поступовим розширенням бази знань за конкретним класом, що дозволяє економити час на проектуванні та удосконаленні алгоритмів аналізу і візуалізації результатів.

Висновок. Такий підхід надасть можливість використовувати різні алгоритми оцінювання особин, формування батьківської популяції, рекомбінації та моніторингу мутацій.

УДК 662.756.3:620.178.2

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ БІОДИЗЕЛЯ**Кушлик Р.В., к.т.н.****e-mail: KushlykRoman@mail.ru***Таврійський державний агротехнологічний університет***Постановка проблеми.**

Економіка України істотно залежить від імпорту енергоресурсів, тому розробка нових сучасних технологій і обладнання для одержання відновлювальних джерел енергії є дуже актуальним завданням.

Перспективними є палива, отримані з використанням рослинних олій. Однак рослинні олії мають ряд недоліків, усунути які можна, застосовуючи їх в суміші з дизельним паливом.

Постановка завдання.

Для отримання таких сумішей потрібні змішувачі. У зв'язку з цим виникає необхідність у розробці ефективного технічного засобу для отримання якісного біопалива.

Основні матеріали дослідження

Для ефективної роботи автотракторних дизелів, які працюють на біодизелі розроблені механічні пристрої, які забезпечують підтримку необхідного складу суміші перед заправкою трактора. Прикладом таких апаратів є гідродинамічні змішувачі, роторно-пульсаційні апарати, диспергатори, апарати гідротермічного подрібнення рідини, імпульсні багатофакторні роторні апарати.

Гідродинамічні змішувачі є ефективними апаратами, які одночасно виконують дві функції: змішування і перекачки рідини. При цьому в ньому відбувається гідродинамічна кавітація, яка інтенсифікує процес змішування. Недоліками змішувача є недостатньо якісне перемішування суміші, недотримання заданого відсоткового співвідношення змішуваних рідин.

Широке застосування знайшли апарати гідротермічного подрібнення рідини в вихровому шарі - статичні змішувачі, в яких перемішування відбувається за рахунок того, що суміш, утворюючи вихровий потік, переходить в звужену вихреву камеру. Недоліком змішувача є недостатньо якісне перемішування суміші, підвищений гідравлічний опір вхідного каналу змішувача.

Змішувачі-фільтри мінерального пального і рослинної олії широко використовуються в системі живлення дизелів автотракторної тех-

ніки. Недоліком змішувача-фільтра є недостатньо якісне перемішування сумішевого пального, а також неможливість додаткового очищення в процесі змішування.

Одним із шляхів підвищення ефективності використання біодизеля є обробка його ультразвуком і НВЧ хвилями. Це дозволяє поліпшити фізико-хімічні властивості сумішевого біопалива. Принцип роботи такого пристрою заснований на одночасній дії ультразвукових і НВЧ хвиль на частинки метил ефіру ріпакової олії і мінерального дизельного пального. Вплив ультразвуку на біодизель обумовлено ефектом кавітації. Кавітація руйнує зв'язки між окремими частинами молекул, впливає на зміну структурної в'язкості. НВЧ впливає на молекули дизельного пального і метилового ефіру рослинних олій, які знаходяться у нафтопродукті. При опроміненні сумішевого пального НВЧ частотою 2,45 ГГц молекули дизельного пального і метил ефіру ріпакової олії починають різко коливатися. В результаті цих процесів йде тертя між молекулами і за рахунок тертя утворюється тепло.

Висновки.

Обробка біодизеля ультразвуком і НВЧ хвилями на протязі певного часу призводить до покращення фізико-хімічних показників сумішевого пального.

УДК 662.756.3:620.178.2

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ БІОПАЛИВНИХ КОМПОЗИЦІЙ ОБРОБЛЕНИХ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ

Кушлик Р.Р., інженер**e-mail: Kushlyk@mail.ru***Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми. Створення пального для дизелів із органічної сировини дозволить трансформувати рослинництво із галузі, яка є основним споживачем світлих нафтопродуктів, в галузь, що виготовляє екологічно чисте моторне пальне із поновлюваних джерел енергії.

З 2010 року в Україні є чинним національний стандарт ДСТУ 6081:2009 «Паливо моторне. Ефіри метилові жирних кислот олій і жирів для дизельних двигунів. Технічні вимоги». Цей документ гармонізовано з Європейським стандартом EN 14214:2003 «Паливо для автомобілів. Метилові ефіри жирних кислот для дизельних двигунів. Вимоги та методи аналізу».

Як показує практика, при зростанні частки метилового ефіру рослинних олій (МЕРО) у дизельному пальному (ДП) більше 5%, в'язкість біодизеля (тобто суміші МЕРО з ДП) підвищується. Унаслідок цього відбувається коксування паливної апаратури, зниження потужності двигуна і зростання витрат ним пального.

З огляду на це, розроблення методів і пристроїв, які забезпечують зменшення в'язкості біодизеля, до складу якого входить більше 5% МЕРО, не втрачає своєї актуальності і нині.

Постановка завдання. Перед нами була поставлена задача провести експериментальні дослідження на акустичній установці, НВЧ модулі і механічному гомогенізаторі з добавкою в дизельне пальне 10, 20, 30, 40, 50% МЕРО і проаналізувати зміну в'язкості сумішевого біодизеля в залежності від часу зберігання після обробки.

Основні матеріали дослідження. Дослідження проводили з використанням товарного мінерального дизельного пального Л-0,2-62 і метилового ефіру ріпакової олії, який було вироблено на підприємстві ТОВ "Біонафта України" (м. Павлоград, Україна).

Встановлено, що для зменшення в'язкості суміші 1 (90% ДП + 10% МЕРО), суміші 2 (80% ДП + 20% МЕРО), суміші 3 (70% ДП + 30% МЕРО), суміші 4 (60% ДП + 40% МЕРО), суміші 5 (50%

ДП + 50% МЕРО) у середньому на 15–20% достатньо піддати її впливу ультразвуком протягом 5 хв [1].

Вплив НВЧ електромагнітного поля на суміші дизельного пального з МЕРО протягом 5 хв дозволяє зменшити їх в'язкість у середньому на 5,6%. Збільшення часу НВЧ обробки сумішевого пального до 10, 15 хвилин призвело до збільшення температури зразків, що суттєво вплинуло на погіршення кінцевої в'язкості. Так, при обробці НВЧ модулем приготовлених проб на протязі 10 хвилин кінцева в'язкість всіх проб зросла в середньому на 6,4% по відношенню до оброблених проб на протязі 5 хвилин, а обробка приготовлених проб на протязі 15 хвилин призвела до зростання кінцевої в'язкості на 14,2% по відношенню до оброблених проб на протязі 5 хвилин [2].

Обробка сумішей біодизеля в механічному гомогенізаторі не призвела до зменшення в'язкості пального і після 60 діб спостереження залишилась на тому ж рівні, що і до обробки.

Результати досліджень сумісного впливу ультразвуку і НВЧ електромагнітного поля на в'язкість біодизеля при обробці проб сумішей 1, 2 і 3 протягом 3 хв представлені на рис. 1.

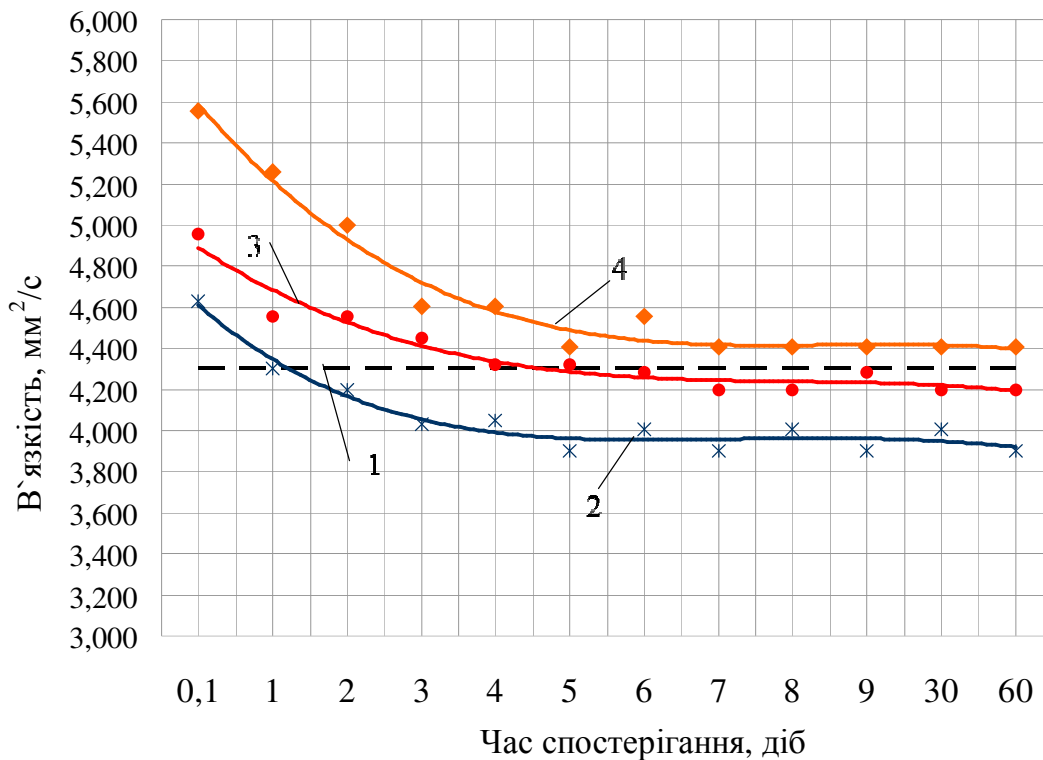


Рисунок 1. Залежності в'язкості сумішевого біодизеля від часу спостереження після обробки пального ультразвуком і НВЧ хвилями протягом 3 хв: 1 – ДП; 2, 3, 4 – суміші 1, 2, і 3 відповідно

Встановлено, що сумісний вплив ультразвукової і НВЧ обробок на суміш 1 і суміш 2 протягом 3 хвилин дозволив зменшити в'язкість

біодизеля на 16,3% і 15,8% відповідно по відношенню до необробленого пального. По відношенню до мінерального дизельного пального в'язкість в сумішах 1 і 2 зменшилась на 9,3% і 1,2% відповідно.

Висновок. При обробці сумішевого біодизеля ультразвуком і НВЧ хвилями протягом 3 хв його в'язкість покращилась. В'язкість біодизеля, на який ультразвук і НВЧ-хвилі впливали 3 хв, має приблизно ті ж значення, що і у варіанті його оброблення одним лише ультразвуком тривалістю 5 хв. Цей факт обумовлює перспективу застосування у промислових умовах режиму комбінованого оброблення біодизелю тривалістю не більше 3 хв.

Список використаних джерел

1. *Назаренко І.П.* Ультразвукова обробка сумішевого біодизеля [Текст] / *І.П. Назаренко, Р.Р. Кушлик, Р.В. Кушлик* // Вісник Сумського національного аграрного університету. Випуск 10/1 (29). Суми, 2016 р. С. 174–178.
2. *Назаренко І.П.* Експериментальні дослідження впливу ультразвукових і НВЧ хвиль на в'язкість і густину сумішевого біодизеля [Текст] / *І.П. Назаренко, Р.Р. Кушлик* // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. Випуск 175 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». – Харків: ХНТУСГ, 2016. – С. 66–68.

УДК 681.513.6

РОЗПОДІЛ ЕМП ПОБЛИЗУ ГАЗОВОГО РОЗРЯДУ ІНДУКОВАНОГО КРАПЛЕЮ ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ОЛІЇ

Лобода О.І., к.т.н.,

e-mail: aleks_loboda@mail.ru

Залеський А.В., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Постановка проблеми. З метою пояснення видів трендів часових рядів параметрів ГРВ зображень, необхідно створення математичної моделі процесів ГРВ досліджуваного об'єкта.

Основні матеріали дослідження. При розгляданні розподілу ЕМП поблизу газового розряду індукованого краплею трансформаторного масла, застосуємо формалізм фізики фрактальних кластерів до газового розряду. В рамках даного формалізму газовий розряд має вигляд фрактального кластера – системи частинок, що мають фрактальні властивості [1...3]. Фрактальна властивість кластера полягає в тому, що даний об'єкт має властивість самоподібності. Вона формулюється наступним чином: якщо поблизу радіуса зайнятого кластером, виділити площу, відносно невеликого обсягу, то до неї потраплять ділянки кластера, що будуть подібними у фізичному розумінні цього слова.

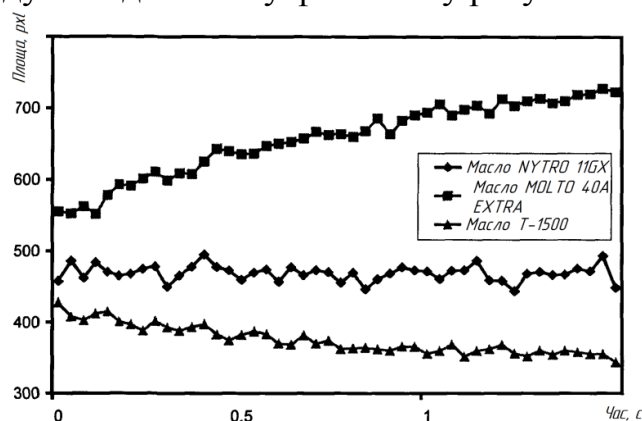


Рисунок 1. Основні види трендів часових рядів параметрів ГРВ рідиннофазних об'єктів на прикладі натуральних олій

Концентрація частинок n у фрактальному кластері оцінюється співвідношенням

$$n \Rightarrow z^{d\beta - p}, \quad (1)$$

де z – характерний розмір кластера,

$d\beta$ – фрактальна розмірність кластера і

p – розмірність простору, в якому знаходиться кластер.

Нехай газовий розряд, індукований краплею рідини в ЕМП високої напруженості, має вигляд фрактального кластера. Електромагнітне поле поблизу кластера з внутрішніми координатами z

$$E = E_0 \exp[iq(x-z) - i\omega t], \quad (2)$$

де E_0 – амплітуда електромагнітної хвилі,

q і ω – її хвильове число і частота відповідно,

x – координата простору,

z – координата кластера,

t – час.

Співвідношення для переміщення кластера за одиницю часу знаходимо у рівняннях, що описують процеси кінетики іонізації об'єкта. Рівняння кінетики іонізації визначається наступним чином [4]

$$\partial_t n_e = D' \Delta n_e + v_i n_e - v_a n_e, \quad (4)$$

де n_e – концентрація і число іонів у газі,

D – коефіцієнт дифузії іонів,

V_i – частота іонізації (визначається зовнішнім полем $E_{\text{зовн}}$);

v_a – частота прилипання.

Електромагнітне поле випромінюючого кластера, таким чином, прийме вигляд

$$E(x,t) = E_0 \exp(iqx - i\omega t - Dq^2 t + \frac{v_i}{p - d_f} t). \quad (5)$$

Таким чином, показано, що ЕМП випромінюючого кластера є функцією від частот іонізації і дифузійних втрат, а також фрактальної розмірності кластера.

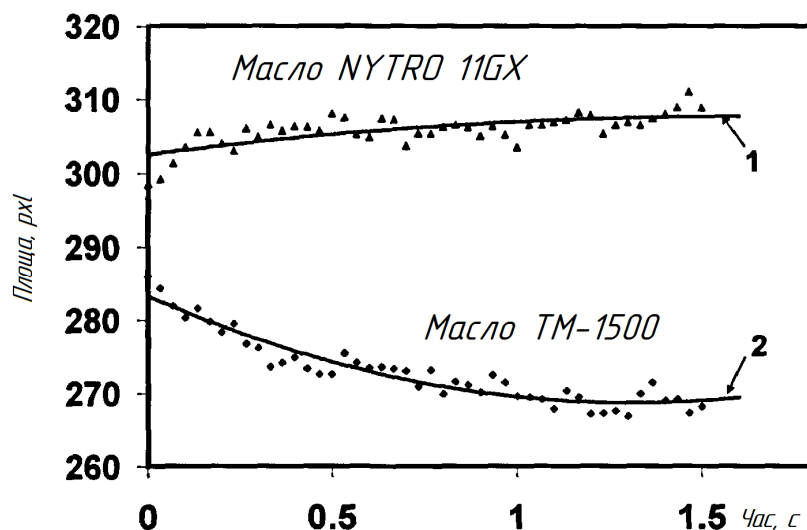
Впливає, що при $v_i > (p - d_f)v_d$ тренди тимчасових рядів будуть зростаючими, при $v_i < (p - d_f)v_d$ тренди будуть зменшувальними, а в разі $v_i \approx (p - d_f)v_d$ – періодичний, квазістаційний вигляд.

Зміна фрактальної розмірності газорозрядного свічення може змінити напрям тренда.

Вираз для ЕМП поблизу краплі рідини показало високу достовірність при аналізі експериментальних даних у вигляді часових рядів параметрів ГРВ зображень з урахуванням відомих фізичних характеристик досліджуваних рідин.

Запропонована математична модель показала високу кореляцію з експериментальними даними. Покажемо це на прикладі описаних вище експериментальних даних по дослідженню трансформаторних масел різних марок (рис.1). Трансформаторне масло Т-1500 має більше значення частоти дифузійних втрат (за рахунок сильного випаровування визначається великим вмістом домішок), по відношенню до частоти іонізації при експериментальному значенні зовнішнього

ЕМП, (крива 2) і має монотонно регресивний вигляд, на яку наводить математична модель. В той же час, для зарубіжного трансформаторного масла NYTRO 11GX частота іонізації перевищує значення частоти дифузійних втрат і частоти прилипання, що проявляється на монотонно зростаючій вигляді кривої 1, та перебуває в повній відповідності з запропонованою моделлю.



1 - для масла NYTRO 11GX та 2 - для масла Т-1500.

Рисунок 2. Експериментальні та відповідні аналітичні криві

Висновки

Розроблена фізико-математична модель електромагнітного поля поблизу газорозрядного свічення рідиннофазних об'єктів на базі уявлень фізики фрактальних кластерів. Отримана модель дає уявлення про поведінку детермінованих складових часових рядів параметрів ГРВ зображень рідиннофазних об'єктів і дозволяє описувати одержувані дані з допомогою нових параметрів, відповідних до подання різних видів досліджуваних систем, з урахуванням фрактальних властивостей, що лежать в основі процесу. Розвинена математична модель дозволяє інтерпретувати поведінку трендів параметрів ГРВ зображень трансформаторних масел з допомогою фізичних характеристик досліджуваних систем.

Список використаних джерел

1. Смирнов Б.М. Физика фрактальных кластеров / Б.М. Смирнов - М.: Наука, 1991. – 135 с.
2. Лахно В.Д. Кластеры в физике, химии, биологии / В.Д. Лахно - Москва-Ижевск.: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2001, 256с.
3. Пайтген Х.О. Красота фракталов. Образы комплексных динамических систем / Х.О. Пайтген, П.Х.Рихтер. – Москва.: Мир. 1993 - 176 с.
4. Райзер Ю.П. Основы современной физики газоразрядных процессов / Ю.П. Райзер. - М., Наука, 1980 – 416 с.

УДК [50 (091)+62]: [008+37]

М. ФАРАДЕЙ, Д. МАКСВЕЛЛ ТА ІСТОРІЯ ТЕОРІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ

Мельник О.О., к. і.н.

e-mail: kafedra_ukr@mail.ru

Таврійський державний агротехнологічний університет

Постановка проблеми. Більшість теоретичних схем науки конструюються не за рахунок прямої схематизації досвіду, а методом трансляції вже створених абстрактних об'єктів. Щоб виявити цю специфіку побудови теоретичних моделей, звернемося до конкретного матеріалу історії електротехніки.

Постановка завдання. Дослідити внесок М. Фарадея та Д. Максвелла у відкритті та розробці теорії електромагнітного поля.

Основні матеріали дослідження. М. Фарадей (1791–1867 рр.) і Д. Максвелл (1831–1879 рр.) є одними з найбільш великих вчених ХІХ ст. Обидва вони мали дуже широке коло наукових інтересів, були людьми різнобічними. Цілком ймовірно, найбільшим їх досягненням, є введення поняття електромагнітного поля і розробка його теорії.

Майкл Фарадей народився в Лондоні в сім'ї коваля. Навчався у початковій школі і з чотирнадцяти років почав працювати учнем у папітурній майстерні. Після того як він прослухав лекцію Гемфрі Деві, ним оволодіває бажання присвятити себе науці. Наполегливий Фарадей став асистентом знаменитого вченого. Починаючи з 1821 р. наукові інтереси М. Фарадея зосереджуються у галузі електрики. Ним вдало здійснено дослідження з обертання магніту навколо провідника зі струмом, а потім – навпаки. Таким чином, Фарадеєм створено лабораторну модель електродвигуна. Восени 1831 р. він провів п'ять дослідів і розкрив таємницю електромагнітної індукції. В наступні роки Фарадей досконало вивчив відкрите ним явище і встановив закон електромагнітної індукції. У порівнянні з відкриттям Ерстеда новина Фарадея означала можливість одержання електричного струму механічним шляхом, а також зворотну можливість приведення в дію машин за допомогою електричного струму. Фарадей поставив собі за мету розкрити зв'язки між електрикою, магнетизмом, теплотою і світлом. Серією дотепних дослідів він встановив кожен з таких зв'язків [1, с. 120].

Уявлення Фарадея про електричні і магнітні поля спростовувала принцип дальності Ньютона, згідно з яким дія тіл одне на інше передається миттєво і через порожнечу на будь-які великі відстані. Фарадей твердо відстоював думку про близькодію, згідно якої всяка взає-

модія розповсюджується не миттєво, а поступово, від поштовху до поштовху, можливо і з великою швидкістю. Для описання електричних і магнітних явищ Фарадей увів уявлення про електричні і силові лінії, які він вважав реально існуючими. Фарадей був загально визаним вченим свого часу. Його внесок у науку виключно великий. І все ж науковий світогляд його і теоретичні концепції не визнавались сучасниками [2, с. 220]. Фарадей не зміг подолати багатьох перешкод у дослідженнях тому, що не володів знаннями з математики. Це був «розум, який ніколи не грузнув у формулах», за виразом А. Ейнштейна. Але це йому перешкодило якісні уявлення про силові лінії перекласти на мову математики.

Цю складну проблему розв'язав Джеймс Клерк Максвелл. Головним завданням його життя стало створення електродинаміки, теорії електромагнітного поля. Максвелл зацікавився недостатньо зрозумілими для нього силовими лініями Фарадея. На той час була накопичена сукупність експериментальних даних з електрики, значна частина яких подана теоретичними схемами. Над створенням теорії електромагнетизму працювали такі видатні теоретики, як В.Вебер, Г.Гельмгольц, Г.Кірхгоф, Ф.Нейман та інші. І все ж єдиної теорії в середині XIX ст. не існувало. У 1855 році була опублікована його стаття «Про фарадеїві силові лінії». Цю статтю він надіслав М. Фарадею, на що той відповів «Я спочатку перелякався, коли побачив, яка могутня сила математики докладена до предмету, а згодом здивувався тому, наскільки добре предмет її витримав» [3, с.162].

У 1867 році помирає Фарадей. Глибоко переживає Максвелл смерть свого кумира. Він переконаний, що найкращим пам'ятником Фарадею буде найшвидше закінчення «Трактату про електрику і магнетизм». Вісім років віддав Максвелл «Трактату». Чотири рядки рівнянь, які вразили сучасників своєю математичною довершеністю і красою, вперше з'явилися в 1873 році в книзі Максвелла «Трактат про електрику і магнетизм», в якій об'єднані в єдине ціле оптика, електрика і магнетизм. Теорію електромагнітного поля Максвелл сформулював у вигляді чотирьох рівнянь (рівняння Максвелла), що описують основні закономірності електромагнітних явищ: 1-е рівняння виражало електромагнітну індукцію Фарадея; 2-е - магнітоелектричну індукцію, відкрити Максвеллом і засновану на уявленнях про струми зміщення; 3-е - закон збереження кількості електрики; 4-е - вихровий характер магнітного поля [4, с.265].

У своїй теорії Максвелл дає визначення електромагнітного поля, вводить таке нове поняття, як «струм зміщення». Ним спрогнозовано новий важливий ефект: існування у вільному просторі електромагнітного випромінювання (електромагнітні хвилі) і його розповсюдження у цьому просторі зі швидкістю світла. Останнє дало Максвеллу підс-

тави вважати світло одним з видів електровипромінювання ідея електромагнітної природи світла) і розкрити зв'язок між оптичними і електромагнітними явищами. У 1873 р він теоретично визначив тиск світла.

Електромагнітна теорія Максвелла тривалий час не визнавалась багатьма відомими вченими (як і електромагнітна теорія світла). Вирішальним доказом її справедливості стало відкриття Герцем у 1888 р. експериментальним шляхом електромагнітних хвиль, що розповсюджуються у вільному просторі.

Висновок. Роль М. Фарадея в людській цивілізації абсолютно унікальна. До нього вчені - природознавці досліджували коло явищ, відомих з повсякденного досвіду і сприймалися яким-небудь з п'яти органів чуття людини. М.Фарадей відкрив новий вид матерії, яка цими органами не сприймалася - електромагнітне поле, поклавши нові шляхи розвитку науки і техніки.

Риску підвів Д.К. Максвелл, який у період з 1860 р. по 1865 узагальнив всю суму експериментальних даних і запропонував у вигляді системи рівнянь теорію електромагнітного поля, що виражає всі основні закономірності електромагнітних явищ.

Список використаних джерел.

1. Наука в истории общества / Дж. Бернал. - М., 1956, 340 с.
2. Бессов Л.М. Історія науки і техніки. 3-є вид., переробл. і доп. / Л.М. Бессов. - Харків: НТУ «ХПІ», 2004. – 382 с.
3. Парцев Вл. Максвелл. / Вл. Парцев. - М., 1974, - 320 с.
4. Менцин Ю.Л. Теория электромагнитного поля: от Фарадея к Максвеллу. / Ю.Л. Менцин // В кн.: Физика IX-XX вв. в общенаучном и социокультурном контекстах. Физика XIX в. - М.: Наука, 1995, С. 265-266.

УДК 621.374

ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ МЕТОД І ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ ТЕРАПІЇ ГІНЕКОЛОГІЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ТВАРИН

Попрядухін В.С., к.т.н.

e-mail: vadim05051988@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет

Постановка проблеми. Кризовий стан в тваринництві України характеризується спадом виробництва молока і м'яса, в тому разі і за рахунок безпліддя маткового поголів'я корів. Основними післяпологовими хворобами у корів є акушерсько-гінекологічні хвороби, серед яких основне місце займає патологія гонад (яєчників).

Постановка завдання. У сучасних умовах для лікування хвороби і розладів функції яєчників корів використовуються антибіотики, гормони і інші хімічні препарати. Проте, терапевтична ефективність залишається низькою, так як при призначенні лікувальних заходів не враховується складний багатокомпонентний комплекс в регуляції, крім того, антибіотики та інші медикаменти, потрапляючи в організм людини через молоко і м'ясо корів пригнічують імунітет, уражають печінку і інші органи, що призводить до різних захворювань. Тому немедикаментозне лікування яєчників у корів є актуальною задачею.

Основні матеріали дослідження. Інтенсифікації відтворення ВРХ значною мірою стримується виникненням у маточного поголів'я тварин різних патологічних змін в організмі і статевих органах, що ведуть до порушення їх репродуктивної функції, втрати плодючості і продуктивності. У тваринницьких господарствах України щорічно відзначається до 40% рівень безпліддя та яловості корів.

Застосування інформаційних ЕМП КВЧ діапазону дає можливість лікування багатьох захворювань за рахунок залучення додаткових внутрішніх ресурсів (нервова, ендокринна, імунна, судинна системи та ін.) для відновлення систем саморегуляції, заблокованих негативною інформацією на клітинному рівні.

Для визначення біотропних параметрів ЕМП (частота, щільність потоку потужності, експозиція), були проведені дослідження з розподілу електричного поля всередині яєчників на основі моделі, яка представлена сфероїдом обертання, заповненого ізотропним середовищем з діелектричною і магнітною проникністю. Проведений багатофакторний експеримент показав, що оптимальними біотропними параметрами ЕМП для лікування захворювань яєчників корів є: частота 73,2 ГГц; щільність потоку потужності 0,3 мВт/см²; експозиція 60 с.

В результаті досліджень було встановлено, що внутрішньоутробне лікування хвороби яєчників корів можливо із застосуванням рупорно-хвильоводної антени, яка на частоті 73,2 ГГц формує ширину головного пелюстка ДС в розкритті лінзи по рівню -15 дБ – 23,8 мм і ослабленням бічних пелюсток в межах -17,9 дБ.

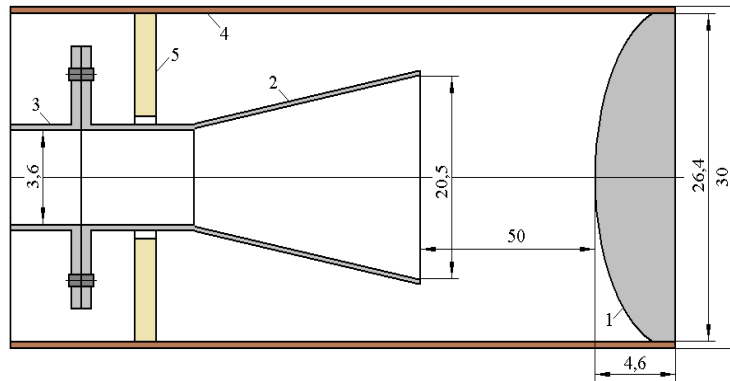


Рис. 1. Схема конструкції випромінюючої лінзи з напівсферичною діелектричною лінзою

Випромінююча система з обтічником 1 показана на рис. 1. Геометричні розміри даної системи показані в міліметрах. Пірамідальний рупор 2 переходить в прямокутний хвильовід 3 чотирьохміліметрового діапазону. Вся конструкція розташовується в діелектричній трубі 4 з вініласту. Для центрування в трубі хвильоводних елементів використовуються пінопластові вставки 5. Такого типу опромінювачі забезпечують аксіально-симетричну та вузьку ДС.

Виробничі випробування показали, що застосування ЕМВ для лікування яєчників корів дозволить виключити медикаменти, скоротити в 2...3 рази тривалість лікування, підвищить результативність лікування до 98%.

Висновки.

1. На підставі узагальнення фактичного матеріалу вітчизняних і зарубіжних наукових публікацій впливає, що для лікування хвороби яєчників маточного поголів'я корів слід використовувати інформаційні ЕМВ міліметрового діапазону довжини хвиль з певними біотропними параметрами, які дозволять створити безмедикаментозний метод лікування яєчників тварин.

2. Знищення патогенних коків, що викликають запалення яєчників корів, можливо за рахунок наведеного потенціалу на мембрани коків величиною не менше 110 мВ зовнішнім джерелом ЕМВ потужністю 20 мВт на частоті 72,2 ГГц.

СЕКЦІЯ 3.**АВТОМАТИЗАЦІЯ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ
І КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

УДК 631.1

ОБЩЕСИСТЕМНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АГРАРНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Диордиев В.Т., д.т.н.,

e-mail: diovlatr@ukr.net

Диордиев А.А., инженер

Таврический государственный агротехнологический университет

Аграрный сектор обеспечивает продовольственную безопасность и продовольственную независимость Украины, формирует основную часть валового внутреннего продукта и преимущественную долю потребительского фонда населения. Однако высокая энергоемкость производства и затраты труда, устаревшие технологии и машинный парк не позволяют обеспечить конкурентоспособность продукции отечественного производителя. Поэтому одним из путей, который позволяет решить поставленные задачи, является инновационное укрепление материально-технической базы, внедрение экологически безопасных, ресурсо- и энергосберегающих технологий. Следовательно, при разработке новых технологий и комплексов, необходимо применять общесистемные методики оценки их эффективности.

Следует учесть, что аграрные электротехнологические комплексы, как системотехнические объекты, обладают рядом процессуальных системных характеристик.

1) Энерготехнологическая общесистемная эффективность таких комплексов в значительной степени зависит от эффективности динамического функционирования. Такая схема структуры функционирования, с теоретической точки зрения, значительно упрощает применение различных математических средств.

2) Показатель полноты использования материально-технических ресурсов, который может быть определен на основе процессов кругооборота веществ, участвующих в технологическом процессе и процессах его обеспечивающих. Основная особенность этапа коррекции параметров системы состоит в том, что при модернизации и улучшении ее параметров доля использования ВЭР, бросовых материалов должна возрасти, чем при замене старой системы на новую, а время между этими циклами сокращается.

3) Целесообразность проведения таких работ с точки зрения улучшения использования материальных и энергоресурсов.

Для определения численных значений указанных параметров получены соответствующие аналитические выражения.

УДК 621.3.01:519.876.5

УЧЕБНЫЙ САЙТ ELECTRICITY.ZP.UA КАК НОВАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Тиховод С.М., д.т.н.**e-mail: tikhovod@yandex.ua****Козлов В.В., к.т.н.,****Корнус Т.М.,****Яценко Т.М.***Запорожский национальный технический университет*

Идея дистанционного образования появилась давно, и разные учебные заведения по-разному подходили к реализации этой идеи. Дистанционное обучение - взаимодействие учителя и учащихся между собой на расстоянии, причем сохраняющее все присущие учебному процессу компоненты. С появлением свободного Интернета в мире появилась интерактивность в обучении, то есть непосредственное взаимодействие учителя и обучаемого. Помимо Интернета, популярной технологией является пересылка учащимся образовательных контентов. Ведущие ВУЗы Украины на сегодняшний день относятся к дистанционному обучению без особого энтузиазма: такую возможность предлагают всего девять, к тому же, не по всем специальностям. Для осуществления интерактивного обучения учебное заведение должно получить соответствующую лицензию. Однако наряду с преимуществами, дистанционное обучение имеет и недостатки. Если у студента недостаточна сила воли или мотивация к обучению, то форма дистанционного обучения ему не подойдет.

ЗНТУ пока не имеет лицензии на интерактивное обучение, но мировые тенденции таковы. Пробовать некоторые формы такого обучения нужно сейчас и при традиционном учебном процессе.

Все учебные заведения имеют свой официальный сайт. Но, как часто бывает, все казенное бывает не очень удобным. Поэтому на кафедре «Теоретическая и общая электротехника» ЗНТУ разработан свой собственный учебный сайт electricity.zp.ua. Сайт наполняется методическими материалами и видеоуроками по электротехнике.

В настоящее время лекции читаются по-старинке преподавателями, которые учились в то время, когда компьютеров еще не было. В лекциях последовательно и систематически излагается необходимый теоретический материал. Само построение лекций предполагает максимальное внимание студентов в течение всего занятия. Стоит студенту пропустить одну важную фразу преподавателя и остаток лекции

становится непонятным. Прокрутить лекцию назад нельзя. Однако выход есть - видеолекции, которые помогут быстро и качественно освоить учебный теоретический материал.

Видеолекции строятся, как обычные лекции, только просматриваются с компьютера. Лектор может после записи произвести корректировку лекции, то есть убрать лишнее и добавить нужное. Для записи такой лекции можно использовать видеокамеру и записывать реальную лекцию преподавателя, читающего в аудитории. Лектор может заранее подготовить все формулы, схемы, графики и показывать их последовательно на экране, сопровождая словесными комментариями с микрофона. Можно что-то прямо во время видеозаписи рисовать с помощью графического планшета и весь процесс становится наглядным. В своей работе мы используем программу Camtasia-Studio, которая показала свою высокую эффективность. Освободившееся время можно перераспределить между практическими занятиями в группах и индивидуальными занятиями со студентами. Под это необходима законодательная база.

Чтобы быстро разобраться и оформить лабораторную работу, выполнить расчетно-графическую или курсовую работу или подготовиться к экзамену студенту не обязательно читать толстые книги. На освоение решения задач требуется значительное время, которого всегда не хватает. На видеоуроках показано решение основных типовых задач курса ТОЭ с подробными пояснениями. К урокам можно возвращаться много раз, остановить, просмотреть и прослушать непонятные места.

Теоретические основы электротехники изучаются при тесном использовании компьютерной системы Mathcad, как самой удобной системы математических расчетов для студентов 2-3 курсов. Для изучения этой системы на сайте приведены материалы и видеоуроки для изучения системы Mathcad с нуля. На сайте размещены все методические указания, разработанные на кафедре, электронные учебники, а также несколько десятков видеоуроков. Есть раздел, в котором размещаются задания для наших студентов с методичками и примерами выполнения заданий. Как показала многолетняя практика, студентам нравится такая форма подачи материалов. На сайте, кроме учебных материалов, последовательно выкладываются и научные материалы: статьи и авторские компьютерные программы.

Учебно-методический отдел ЗНТУ не способствует развитию ресурса. Содержание сайта осуществляется на добровольных началах. Эта инициатива нам не засчитывается даже, как методическая работа. Хочется надеяться, что администрация нашего учебного заведения заинтересуется нашей инициативой и окажет необходимое содействие, а наше начинание подхватят другие учебные заведения.

УДК 620.179

ДО ПИТАННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ Й ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИРОБІВ КАБЕЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ТРАНСФОРМАТОРОБУДУВАННЯ

Безотосний В.Ф., к.т.н.,

e-mail: bvf5168@ukr.net

Козлов В.В., к.т.н.,

e-mail: vvkozlov@zntu.edu.ua

Набокова О.В., к.т.н.

Запорізький національний технічний університет

Постановка проблеми. Одним з актуальних завдань при автоматизації технологічних процесів у трансформаторобудуванні, кабельній промисловості й інших областях є контроль товщини ізоляції на елементарних провідниках при їхнім виготовленні, а також у процесі експлуатації виробів. Актуально також виявлення різних дефектів на попередніх технологічних операціях, з наступним їхнім усуненням, в електропровідних проводах, шинах, транспонованих кабелях.

Постановка завдання. Метою даної роботи є одержання розрахункових співвідношень для вибору раціональної частоти струму, що намагнічує при контролі електромагнітних властивостей матеріалів по складовим комплексного опору обмотки намагнічування.

Основні матеріали дослідження. Запропонований раціональний спосіб контролю відрізняється високою чутливістю до дефектів розташованих на ребрах виробів, Це досягається за рахунок того, що магнітний потік проходить у виробі, головним чином, в області ребер за рахунок додаткового розвороту датчика навколо осі симетрії до установки робочого зазору між ребрами виробу й внутрішньою поверхнею датчика. При виникненні дефекту в ребрі (поздовжнього або поперечного) ефект розмагнічування й розподіл магнітних силових ліній змінюється, що й фіксується вимірювальними пристроями.

Проаналізована уявна складова внесеного імпедансу яка визначається дійсною складовою ефективною магнітної проникності, а також при розміщенні контрольованого виробу в прохідному перетворювачі і співвідношення електрорушійної сили, що наводиться у вимірювальній обмотці. Ефективна магнітна проникність враховує вплив вихрових струмів і проаналізована за допомогою функції Бесселя нульового й першого порядків.

Отримане рівняння ефективною магнітної проникності контрольованого матеріалу, а також знайдене збільшення ефективною проникності при зміні електромагнітних властивостей контрольованого ма-

теріалу. Визначена раціональна частота струму, що намагнічує, відповідно до максимального збільшення ефективної магнітної проникності.

Результати розрахунків добре узгоджуються з результатами, отриманими за допомогою годографа комплексного опору перетворювача. Раціональна частота струму відповідає максимальному значенню збільшення магнітної проникності.

Висновок. Отримані співвідношення для розрахунків раціональної частоти струмовихрового перетворювача з урахуванням геометричних параметрів і електромагнітних властивостей контрольованих матеріалів. Спосіб контролю дефектів на ребрах прямокутних електропровідних шин кабельної продукції та методика розрахунку раціональних частот намагнічування прохідних датчиків дозволять підвищити якість неруйнуючого експрес контролю та автоматизувати виробництво продукції кабельної промисловості й трансформаторобудування.

УДК 631.371

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРИФІКОВАНОГО МАЛОГАБАРИТНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО МОТОБЛОКУ

Ковальов О.В., інженер

e-mail: aleks_tdaty@mail.ru

Таврійський державний агротехнологічний університет

Постановка проблеми. Основними експлуатаційними показниками електромоблоку є сила тяги, потужність тягового електродвигуна, швидкість руху та повна маса. Зазвичай експлуатаційні показники визначаються на початковому етапі розробки моблоку за результатами аналізу заданих технологічних циклів роботи і умов експлуатації. Оскільки в наш час досвід проектування та експлуатації моблоків і культиваторів з електроприводом досить обмежений, тому достатньо актуальною проблемою є обґрунтований вибір тягового електродвигуна і пристрою керування та регулювання з урахуванням специфіки технологічного процесу та режимів роботи.

Постановка завдання. Завданням дослідження є оптимізація експлуатаційних показників та режимів роботи електрифікованого малогабаритного ґрунтообробного моблоку.

Основні матеріали дослідження. Основне призначення тягового електродвигуна (ТЕД) в приводі моблока є в забезпечення сумісно з пристроєм керування, заданої тягової характеристики моблока з високими енергетичними показниками і потрібною надійністю. Для

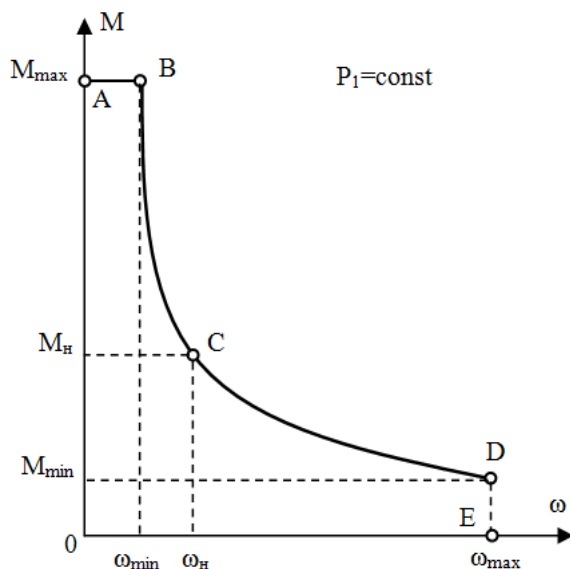


Рисунок 1. Механічна характеристика тягового електродвигуна в приводі моблоку

практичної реалізації цих вимог в якості ТЕД моблока з централізованим електропостачанням можуть бути використані як електродвигуни змінного струму, так і двигуни постійного струму з керованими вентильними перетворювачами. Однак використання для цих цілей електродвигунів постійного струму, і особливо двигунів послідовного збудження, має ряд суттєвих переваг:

1. Механічні характеристики двигунів послідовного збудження $M=f(\omega)$ природна ташту-

чні при будь-якому способі регулювання швидкості наближені до гіперболи, тобто у цих двигунів при зміні моменту опору навантаження, кутова швидкість ω змінюється автоматично, забезпечуючи потужність $P_1 = \text{const.}$ (рис. 1).

2. Електродвигуни постійного струму, у відмінності від асинхронних і синхронних електродвигунів, забезпечують регулювання швидкості в широкому діапазоні як вниз від номінальної, так і вгору від номінальної шляхом ослаблення магнітного поля з використанням простих технічних засобів.

За пусковими властивостями та за перевантажувальною здатністю двигуни постійного струму також мають беззаперечну перевагу перед асинхронними двигунами з короткозамкненим ротором. Про це свідчать наступні порівняльні дані:

		АД	ДПС
- кратність пускового струму	$K_i = I_p / I_n$	5...7	2...3
- кратність пускового моменту	$M_p = M_{п} / M_n$	1,2...1,5	2...3
- перевантажувальна здатність	$M_m = M_{\max} / M_n$	1,5...2,0	2...3

3. В двигунах послідовного збудження електромагнітний момент M має квадратичну залежність від струму якоря I_a , а значить і від струму навантаження I

$$M \sim I_a^2; \quad M \sim I^2, \text{ тобто } M \sim I_a^2; \quad I \sim \sqrt{M}. \quad (1)$$

Тому ці двигуни застосовують в приводах установок, де необхідні великі моменти при пуску і спостерігаються часті перевантаження по моменту. Згідно механічної характеристики (рис. 1) кутова швидкість двигуна $\omega \sim 1/\sqrt{M}$, внаслідок чого корисна потужність

$$P_2 = M\Omega = C\sqrt{M}, \quad (2)$$

де P_2 - корисна потужність на валу ДПС, Вт;

M - електромагнітний момент ДПС, Н·м;

Ω - кутова швидкість, рад/с.

При зміні навантажувального моменту в широких межах, потужність P_2 і струм I_a у двигуна послідовного збудження змінюється пропорційно $\sqrt{M}$. Це означає, що при одному і тому ж моменті навантаження на валу, двигуни послідовного збудження можуть мати меншу встановлену потужність у порівнянні з іншими електродвигунами.

Класичною формою тягової характеристики є характеристика з трьома ділянками: жорсткою, м'якою та ділянкою постійної потужності. Характеристика є так званою «тяговою областю», що обмежує можливі режими роботи привода. Максимальне значення швидкості

обмежують вимоги безпеки та технологічності роботи, а також обмеження по зчепленню з ґрунтом.

Найбільш перспективним варіантом побудови силового електроприводу ґрунтообробного мотоблоку є використання системи імпульсно-фазового керування, яка забезпечує діапазон регулювання кута α до 120° , асиметрію не більше $1,5^\circ$, тривалість імпульсу не менше 450 мкс, амплітуду імпульсів 20 В і більше, а тривалість переднього фронту імпульсу не більше 15 мкс.

Висновок. В роботі обґрунтовано вибір типу електродвигуна приводу мотоблоку (ДПС послідовного збудження) та запропоновано структуру силового електроприводу ґрунтообробного мотоблоку з використанням системи імпульсно-фазового керування.

Список використаних джерел

1. Ковальов О. В. Тягові характеристики та параметри керування мотоблоку з електроприводом постійного струму/ О.В. Ковальов, Г.Н. Назар'ян. – Вісник ХНТУ с.г. ім. П. Василенка. Випуск 73, Том 1. – Харків: ХНТУСГ, 2008. – 162 с.
2. Терехов В. М. Системы управления электроприводов: учебник для вузов/ В. М. Терехов, О. И. Осипов. – М.: Академия, 2005. – 299 с.
3. Далека В. Х. Основи електричної тяги: навч. посібник/ В. Х. Далека, П. М. Пушков, В.П. Андрійченко, Ю. В. Мінєєва. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 312 с.

УДК 631.3:62-833.6:621.31:681.5:656

КЛАСИФІКАЦІЯ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНИХ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ ПО ТЯГОВИМ КАТЕГОРІЯМ

Кулагін Д.О., к.т.н.,**e-mail: kulagindo@gmail.com****Яценко Д.В.****e-mail: 19yatsenko94@mail.ru***Запорізький національний технічний університет*

Постановка проблеми. Оскільки сьогодні фактично відсутня система класифікації дизель-генераторних електромеханічних систем за потужністю, яка є потрібною для дослідження показників роботи машин за статичними характеристиками, для переважної більшості транспортних машин та рухомого складу залізниць, то виникає питання необхідності її створення. За основу приймемо тягову класифікацію, яка використовується в тракторній галузі.

Постановка завдання. Проведені дослідження ставили за мету створення класифікації дизель-генераторних електромеханічних систем за потужністю.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

- аналіз досвіду класифікації на основі нормативних документів;
- виконання декомпозиції типової послідовної структури дизель-генераторної електромеханічної системи транспортного засобу.

Основні матеріали дослідження. У ході дослідження була проведена робота з нормативними документами ГОСТ 27021-86 (СТ СЭВ 628-85), відповідно до яких типорозмірний ряд сільськогосподарських тракторів включає 10 тягових класів. Згідно з ISO 730/1 і 730/3-82 використовується класифікація тракторів за максимальною тяговою потужністю, трактори при цьому поділяються на чотири категорії, кожна з яких відповідним чином співвідноситься з класифікацією енергетичних засобів згідно з міжнародним стандартом ГОСТ 27021-86 (СТ СЭВ 628-85). Практика показує, що класифікація згідно з ГОСТ 27021-86 (СТ СЭВ 628-85) дає більш точну уяву про експлуатаційні властивості трактора [1, 2]. А це, у свою чергу, дозволяє правильно підібрати до нього комплекс сільськогосподарських машин і знарядь. Проте, для узагальнення та класифікації основних заходів підвищення енергетичного потенціалу для елементів декомпозованої структури така класифікація дизель-генераторних транспортних засобів є занадто детальною. Для аналізу та узагальнення засобів підвищення енергетичного потенціалу за статичними характеристиками виконаємо кла-

сифікацію дизель-генераторних електромеханічних систем в залежності від потужності (табл. 1).

Прийнята структура електромеханічної системи та наведена класифікація за тяговими категоріями є типовою як для систем змінного струму, так і для систем постійного струму.

Таблиця 1 - Класифікація дизель-генераторних електромеханічних систем по тяговим категоріям

Категорія потужності	Тягова потужність, кВт	Частина споживання загальної потужності на забезпечення власних потреб	Види дизель-генераторних транспортних засобів, що належать до даної категорії потужності
I	до 70	4-30% (живлення в основному від допоміжних генераторів)	міні-трактори; навантажувачі; легкі самохідні шасі; трактори до класу 2; легка будівельна техніка; легка дорожня техніка; допоміжні машини та самохідні установки залізниць.
II	70-300	6-25% (живлення від допоміжних генераторів або шини постійного струму)	- трактори класів 3 - 8; будівельна та дорожня техніка; рейкові автобуси; допоміжні машини та самохідні установки залізниць; автотриси; будівельна та дорожня техніка; допоміжні кар'єрні транспортні засоби; міський транспорт.
III	більше 300	8-20% (живлення в основному від шини постійного струму)	- трактори класів більше 8; комбайни; локомотиви; важка будівельна та дорожня техніка; кар'єрні самоскиди; приміський рухомий склад; маневровий рухомий склад.

Висновок. Проведено дослідження зі створення класифікації дизель-генераторних електромеханічних систем за потужністю. Приведена класифікація структур показує єдність між підходами щодо дизель-генераторних електромеханічних систем змінного та постійного струмів, що дозволяє уніфікувати пропоновані заходи та розповсюджувати їх на більш широкий клас транспортних засобів.

Список використаних джерел.

1. Булгаков В. М. Обґрунтування типу сільськогосподарських тракторів в Україні / В. М. Булгаков, А. С. Заришняк, В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто // Вісник аграрної науки. – 2010. – №: 11. – С. 5-8.
2. Надикто В. Т. Енергонасиченість тракторів та шляхи її реалізації / В. Т. Надикто // Техніка і технології АПК. – 2011. – № 9. – С. 8-11.
3. Кулагін Д. О. Проектування систем керування тяговими електропередачами моторвагонних поїздів : монографія / Д. О. Кулагін. – Бердянськ : ФОП Ткачук О. В., 2014. – 154 с.

УДК 621.311

НЕЧІТКІ АДАПТИВНІ ПІД-РЕГУЛЯТОРИ ТА МЕТОДИКА ЇХ НАСТРОЮВАННЯ

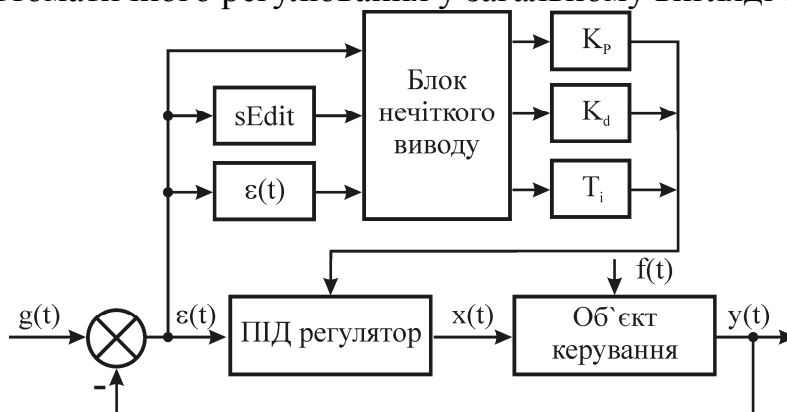
Лобода О.І., к.т.н.

e-mail: aleks_loboda@mail.ru

Таврійський державний агротехнологічний університет

Постановка проблеми. При керуванні складними об'єктами, що функціонують в умовах не стаціонарних процесах, широке застосування знайшли адаптивні регулятори, які дозволяють розраховувати коефіцієнти настроювання і реалізувати складні закони регулювання. Адаптивні контролери зарубіжних і вітчизняних виробників: Кобра, МІКСТ, Реміконт, Протар, Овен, Сіменс, Мікрол та інші, як правило, реалізують метод Зиглера-Ніколса [1]. Слід зазначити, що даний метод оснований на виводі діючої системи з П – регулятором на межу стійкості і розрахунку по критичним періодам коливань і коефіцієнту передачі регулятора оптимальних параметрів настройки ПД регулятора з використанням для цього простих емпіричних формул. Але, ряд технологічних процесів за умовами експлуатації не допускають автоколивального режиму. Таким чином, задача знаходження оптимального методу адаптації залишається відкритою.

Основні матеріали дослідження. Вирішення поставленої задачі розглянемо поетапно. Спочатку визначимо структуру адаптивної системи автоматичного регулювання у загальному вигляді (рис.1).



$\varepsilon(t)$ – помилка; $g(t)$ – завдання; $y(t)$ – вихідна значення; $f(t)$ – обурення;

K_p , T_i , K_d – настроювання ПД-регулятору.

Рисунок 1. Структура адаптивного нечіткого керування

В програмі Matlab (FLT) проведемо створення блоку нечіткого виводу або адаптеру.

На третьому етапі проведемо фазифікацію вхідних та вихідних

лінгвістичних змінних. Фазифікація вхідних значень (помилки регулювання ($\epsilon(t)$, її інтеграла і похідною) проводиться відповідно до рекомендацій [4]. Функцію приналежності $g(t)$, що представляє терм – "негативна помилка", можна представити у вигляді: $f_z(x, -0.6, -0.1) = [1, x < -0.6; -0.1 - x / 0.5; 0, -0.1 < x]$.

Функції приналежності лінгвістичних змінних "Ti" і "Kd" також відображаються Z і S – образними графічними видами. Слід зазначити, що Ti лежить в межах [0-5], а Kd = [0-15].

Четвертий етап полягає у створенні бази правил виду "ЯКЩО ...ТО". Виходячи з рекомендацій зі спеціалізованої літератури [6], проведених експериментів в редакторі FLT, а також досвіду експертів-наладчиків систем автоматизації, пропонуються наступні правила: "ЯКЩО помилка негативна" І "інтеграл помилки не великий" І "похідна помилки негативна" ТО "Kp великий", "Ti великий", "Kd великий" та інше.

На наступному етапі проводиться комп'ютерне тестування нечіткої моделі. У первинному експерименті використовувалась АСР з ПП-регулятором, функціонуючому по каналу завдання $Z=1$, при впливі на об'єкт каналу збурення при цьому: $W_{зв}(s) = 2,5/(5s^2+3s+1)$; $W_f(s) = 0,5/(5s+1)$. Настроювання регулятора проводилася методом Зиглера-Ніколса. Значення параметрів дорівнюють $K_p=1,3$; $T_i=0,15$; $K_d=10,3$, а перехідний процес задовольняє основним показникам якості. Припустимо, що у зв'язку з невизначеністю умов експлуатації об'єкта, відбулася зміна значень ключових параметрів такого. Наприклад, $W_{зв}(s) = 2,5/(15s^2+2s+1)$; $W_f(s) = 3,5/(15s+1)$. При відомих параметрах регулятора, перехідний процес з новими значеннями передатних функцій має перерегулювання $\sigma=80\%$, що неприпустимо (рис. 3).

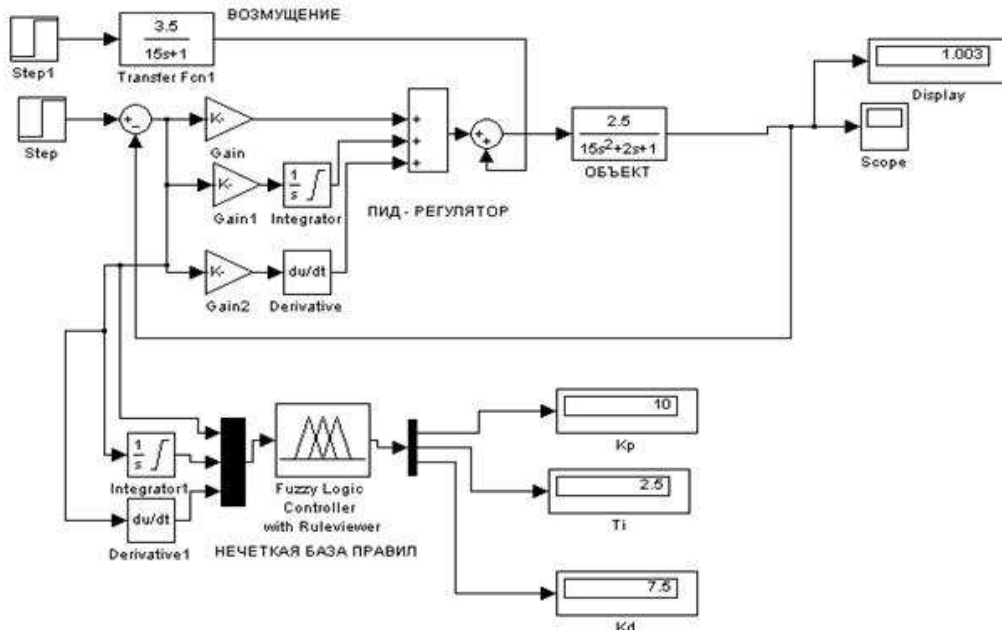


Рисунок 2. Експериментальна схема, виконана в програмі (Simulink)

Таким чином, необхідна тимчасова зупинка складного технологічного процесу і перенастроювання значень параметрів ПІД-регулятора. Зробимо перевірку нечіткого адаптера при відомих умовах (рис. 2). Нечітка система видала наступні результати: $K_p=10$; $T_i=2.5$; $K_d=7.5$, а перехідний процес регулювання при даних параметрах ПІД-регулятора показаний на рис. 4.

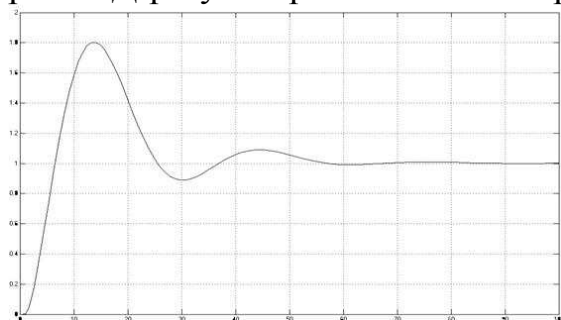


Рисунок 3. Перехідний процес по каналу завдання

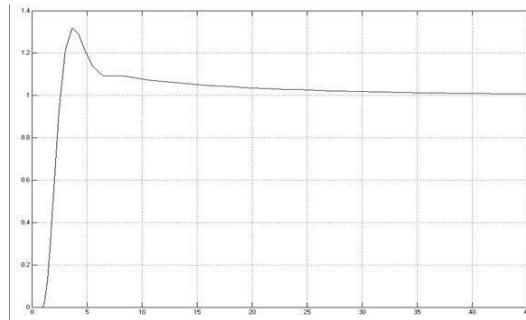


Рисунок 4. Перехідний процес при адаптивних налаштуваннях

Як видно з рис.4, перерегулювання G не перевищує 30%, що допустимо, а час регулювання T_r зменшився порівняно з попереднім на 30 секунд.

Висновки.

Використання лінгвістичних баз правил для нечітких адаптивних ПІД-регуляторів дозволить ефективно керувати складними технологічними процесами без їх зупинок, а подальше введення нейрокомп'ютера може привести до розумної адаптації по визначенню оптимальних налаштувань без коригування бази правил.

Список використаних джерел

1. Антонов В. Н. Адаптивное управление в технических системах: Учебное пособие / В. Н. Антонов, В. А. Терехов, И. Ю. Тюкин. – СПб.: Издательство С. – Петербургского университета, 2001. 244 с.
2. Специальные разделы теории управления. Оптимальное управление динамическими системами: учеб. пособие/ Ю.Ю. Громов, Н.А. Земской, А.В. Лагутин, О.Г. Иванова, В.М. Тютюнник. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 108 с.
3. Зайцев Г. Ф. Теория автоматического управления и регулирования/ Г. Ф. Зайцев. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Выцашк. Головное изд-во, 1989. – 431 с.
4. Иващенко Н. Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем. Учебник для вузов. / Н. Н. Иващенко - М.: Машиностроение, 1978. - 736 с.
5. Калитин Б. С. Качественная теория устойчивости движения динамических систем / Б.С. Калитин. - Мн.: БГУ, 2002. - 198 с.
6. Дьяконов В.П. Simulink 5/6/7: Самоучитель. / В.П. Дьяконов. - ДМК - Пресс, 2008. - 784 с.

УДК 628.1:004.94

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ПАРАМЕТРІВ ЧАСТИНОК ДОМІШОК ВОДНИХ РОЗЧИНІВ

Морозов М.В., к.ф.-м.н.**Мовчан С.І., к.т.н.****movchantsaa@rambler.ru***Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми. Використання засобів контролю й управління в сучасних системах оборотного водопостачання є важливою умовою надійної і ефективної роботи систем промислового водопостачання.

Постановка завдання. Розробка засобів контролю й керування проведено за двома напрямками: для параметрів частинок водних розчинів і характеристик рідинних відходів.

Розроблені оптичні схеми лазерної доплерівської інтерферометрії на підставі ефекту Доплера та застосування призми Дове визначають швидкість руху частинок водних розчинів в діапазоні $10^{-5} \dots 10^2$ м/с, ефективний діаметр знаходиться в межах 10...500 мкс. При цьому відстань до об'єкту досліджень становить 10...1000 мм, а розміри зондуємої зони визначаються обраною схемою вимірювання, коли її середня величина становить 0,01...1,0 мм.

Отримані дані параметрів частинок водних розчинів оптимізовано з використанням математичних програм (MathCAD, MathLAB). Визначено оптимальні значення **параметрів частинок водних розчинів**: електрокінетичного дзета-потенціалу ξ , електрофоретичної швидкості V , ефективного діаметру D , кількості частинок n та параметри оптичної схеми: відстань до зондуємої зони, розміри електрофоретичної камери тощо.

З використанням ефекту Доплера та призми Дове розроблено комбіновані блок-схеми для визначення електрокінетичного дзета-потенціалу, ефективного діаметру, електрофоретичної швидкості, кількості частинок домішок водних розчинів тощо.

Основні матеріали досліджень. Обробка результатів комп'ютерного моделювання форми доплерівського сигналу з використанням програми MathLAB представлено на рис. 1.

Висновки. Наведені результати комп'ютерного моделювання форми доплерівського сигналу з використанням математичних програм (MathCad і MathLab), дозволяють вирішувати пряму та обернену задачі. З використанням параметрів вимірювальної установки визна-

чаються параметри руху частинок, що створює умови для вирішення прямої задачі.

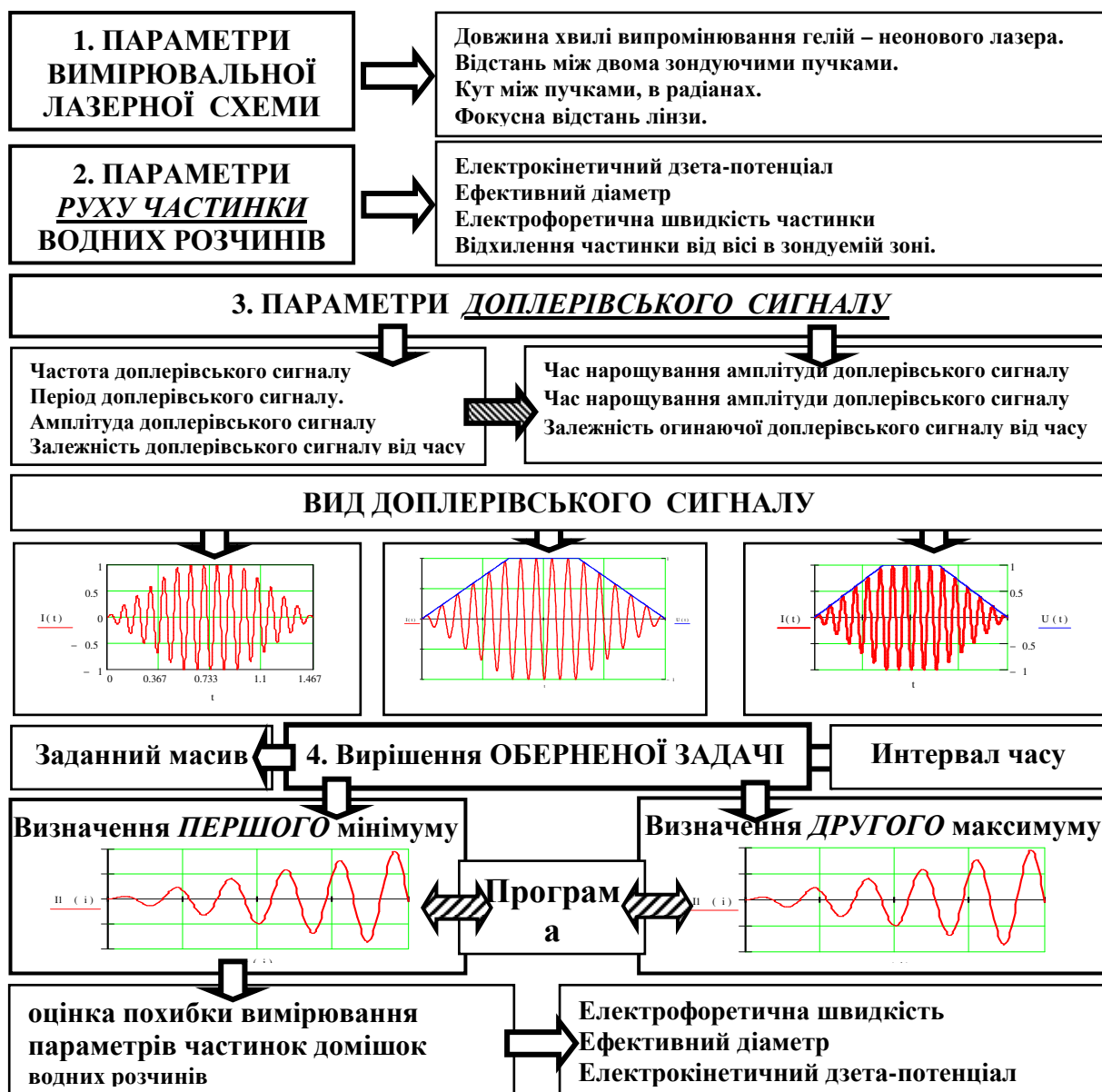


Рисунок 1. Алгоритм оброблення комп'ютерного моделювання форми доплерівського сигналу з використанням програми MathLAB

Для отриманих параметрів при вирішенні оберненої задачі визначені похибки швидкості руху частинок ефективного діаметру та електрокінетичного дзета-потенціалу.

Список використаних джерел.

1. Авторські права на твір. Свідоцтво № 70439. Комп'ютерне моделювання й вимірювання параметрів частинок домішок в прозорих рідинах за допомогою багатофункціональних оптичних систем: [Текст] / М.І. Морозов, С.І. Мовчан / Заявка № 71112. Від 19.12.2016 р. Дата реєстрації 14.02.2017 р.

УДК 681.518.3.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВПЛИВУ ПРОНИКНЕННЯ ОПТИЧНОГО ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В ПОКРИВ БДЖІЛ

Прудка О.А., інженер,

e-mail: --oksana--@ukr.net

Кунденко М.П., д.т.н.

Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенко

Постановка проблеми. В наш час термін інфрачервоного випромінювання відомий майже всім, але роботи, які були б зв'язані з вивченням впливу оптичного інфрачервоного випромінювання на живі організми майже не проводяться. Цей напрям в науці вважається майже не дослідженим, незважаючи на те, що обмежений вплив інфрачервоного випромінювання може призводити до позитивного впливу на життєдіяльність біологічних об'єктів.

Постановка завдання. Розробити математичну модель для розрахунку фізичних характеристик інфрачервоного випромінювання з метою подальшого впровадження їх в виробництво.

Основні матеріали дослідження. В загальному вигляді покрив комахи є складним оптичним неоднорідним середовищем, що, в свою чергу, створює складність у створенні реальної математичної моделі, яка б точно описувала процеси розподілу енергії оптичного випромінювання у структурах покриву. Тому справедливим є використання покривних рівнянь переносу променистої енергії в середовищі, що розсіює її, та розроблене на базисі першого закону термодинаміки Ю. Владіміровим та С. Чандрасекаром. Отже, взаємодію оптичного випромінювання із покривом комахи можна показати у вигляді спрощеної схеми (рис. 1).

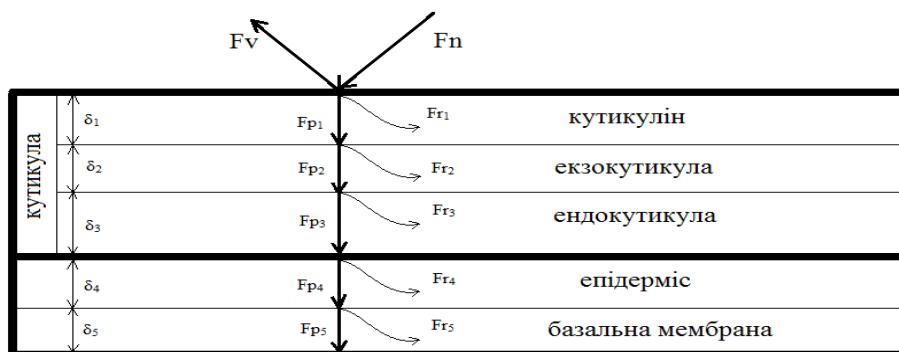


Рисунок 1. Розподіл оптичного випромінювання, що потрапляє на
поверхню покриву комахи

В роботі за законом Бугера-Ламберта-Бера були проведені розрахунки потоку оптичного випромінювання, що поглинається кожним шаром покриву, та виведено формулу для загального потоку оптичного випромінювання, що ефективно поглинається товщею комахи

$$F^e = (F_n(\lambda) - F_v(\lambda))(k_{\text{кр}}(\lambda)(1 - e^{-\alpha_1(\lambda)\delta_1}) + k_{\text{екз}}(\lambda)e^{-\alpha_1(\lambda)\delta_1}(1 - e^{-\alpha_2(\lambda)\delta_2}) + k_{\text{енд}}(\lambda)e^{-(\alpha_1(\lambda)\delta_1 + \alpha_2(\lambda)\delta_2)}(1 - e^{-\alpha_3(\lambda)\delta_3}) + k_{\text{енд}}(\lambda)e^{-(\alpha_1(\lambda)\delta_1 + \alpha_2(\lambda)\delta_2 + \alpha_3(\lambda)\delta_3)}(1 - e^{-\alpha_4(\lambda)\delta_4}) + k_{\text{енд}}(\lambda)e^{-(\alpha_1(\lambda)\delta_1 + \alpha_2(\lambda)\delta_2 + \alpha_3(\lambda)\delta_3 + \alpha_4(\lambda)\delta_4)}(1 - e^{-\alpha_5(\lambda)\delta_5})) \quad (1)$$

де, $F_n(\lambda)$ - потік оптичного випромінювання, що падає на поверхню комахи, $F_v(\lambda)$ - потік оптичного випромінювання, що відбивається від поверхні комахи, $k_i(\lambda)$ - коефіцієнт фітобіологічної дії ефективно-сті поглинання випромінювання випромінювання певним шаром покриву, $\alpha_i(\lambda)$ - показник поглинання і-го шару, δ_i - товщина і-го шару.

Вираз для енергії поглинутого оптичного випромінювання $W_p = \iiint \varphi(\lambda, t)(1 - \rho(\lambda))k(\lambda)(1 - e^{-(\alpha_1(\lambda, \delta_1)\delta_1 + \alpha_2(\lambda, \delta_2)\delta_2 + \alpha_3(\lambda, \delta_3)\delta_3)})d\lambda dt d\delta, \quad (2)$

З огляду на закони фотобіології введемо позначення для виразу $e^{-\alpha_i(\lambda, \delta_i)\delta_i}$ через $\tau(\lambda, \delta_i)$ - експоненціальний коефіцієнт пропускання, а $1 - e^{-\alpha_i(\lambda, \delta_i)\delta_i}$ через коефіцієнт поглинання $\varepsilon(\lambda, \delta_i)$, тоді отримаємо:

$$W_p = \iiint \varphi(\lambda, t)(1 - \rho(\lambda))k(\lambda)\varepsilon(\lambda, \delta_{1,2,3})d\lambda dt d\delta, \quad (3)$$

або

$$W_p = \iiint \varphi(\lambda, t)(1 - \rho(\lambda))k(\lambda)(1 - \tau(\lambda, \delta_{1,2,3}))d\lambda dt d\delta, \quad (4)$$

де W_p – енергія оптичного випромінювання, ефективно поглинута всім шкірним покривом комахи за час опромінення t ; $k(\lambda)$ – відносна спектральна ефективність в певному шарі покриву з довжиною хвилі λ ; $\varphi(\lambda, t)$ – функція спектральної інтенсивності потоку джерела оптичного випромінювання в процесі опромінення; $\rho(\lambda)$ – коефіцієнт відбиття оптичного випромінювання поверхнею тіла комахи з довжиною хвилі λ ; $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ – товщини прошарків поверхні відповідно: кутикуліну, екзокутикули, ендокутикули; $\alpha_1(\lambda, \delta_1), \alpha_2(\lambda, \delta_2), \alpha_3(\lambda, \delta_3)$ – спектральні показники поглинання оптичного випромінювання з довжиною хвилі λ по товщі прошарку відповідно: кутикуліну, екзокутикули, ендокутикули.

Висновок. З отриманих виразів видно, що енергія затрачена на утворення продукту конкретної фітобіологічної реакції в товщі покриву комахи, залежить від спектрального складу джерела $\varphi(\lambda, t)$ в період опромінення, ефективності фітобіологічної реакції $k(\lambda)$, спектрального коефіцієнта відбиття $\rho(\lambda)$ поверхневого покриву комахи, а також спектральних коефіцієнтів поглинання $\varepsilon(\lambda, \delta_i)$ та пропускання $\tau(\lambda, \delta_i)$ відповідних шарів покриву.

УДК 631.2::51.7+628.9.069

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ЕНЕРГООЩАДНОЇ САУ ОПРОМІНЕННЯМ РОСЛИН

Сабо А.Г., к.т.н.,**e-mail: andrew.sabo@ua.fm****Речина О.М., інженер****e-mail: rechyna@mail.ru***Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми.

Зменшення енергоспоживання при веденні світлокультури є одним з найважливіших резервів підвищення рентабельності рослинництва захищеного ґрунту.

Постановка завдання.

Перевірка працездатності алгоритму функціонування САУ за допомогою моделювання надходження сонячної радіації до теплиці у інтерактивному графічному середовищі Simulink.

Основні матеріали дослідження.

На основі аналізу математичної моделі надходження сонячної радіації та з урахуванням закономірностей зміни її інтенсивності у часі розроблено концепцію визначення необхідності включення додаткового штучного опромінення та блок-схему алгоритму функціонування. Щоб пересвідчитися у працездатності та ефективності розробленої схеми управління було проведено комп'ютерне моделювання з використанням пакету Simulink програмної оболонки Matlab. Моделювання проводили для двох концепцій роботи системи управління опроміненням: з релейним принципом керування та згідно розробленого алгоритму функціонування.

В обох випадках було виконане моделювання надходження сонячної радіації у теплицю і вплив на нього динаміки руху хмар, можливість випадання опадів, включення ламп високого тиску через 10-15 хвилин після попереднього виключення. При моделюванні було випробувано різні значення тривалості дня, погодні умови прийняті такі, що відповідають середньому дню за хмарністю з урахуванням того, що можливі відхилення в обидва боки будуть взаємно компенсуватися. При розробці моделі і її випробуваннях виявилось, що використання традиційного алгоритму в залежності від типу погодних умов, заданого значення добової суми фотосинтезної активної радіації (ДС ФАР) та тривалості доби переважно не забезпечує надходження необ-

хідної ДС ФАР. В цілому, результати моделювання показали, що розроблений алгоритм функціонування забезпечує в середньому економію електроенергії на рівні 2765 кВт·год за добу (задана ДС ФАР - 6,0 моль/м²) та 632 кВт·год за добу (задана ДС ФАР - 10,0 моль/м²). Час роботи опромінювачів зменшився на 1,382 год. та 0,316 год. відповідно. Розрахунки проводились для теплиці площею 1 га при встановленій потужності 0,2 кВт/м².

Висновки.

Проведене моделювання показало працездатність розробленого алгоритму управління штучним опроміненням рослин. Зокрема, його застосування дозволяє економити не менше 10% електроенергії, споживання електроенергії виводиться з часу пікових навантажень, зменшується число вмикань опромінювачів. Крім кращих енергетичних показників, розроблена система має такі переваги, як запобігання споживання енергії поза світлою частиною доби та більш точне наближення дійсної ДС ФАР до агротехнологічної норми.

УДК 681.5.017

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ У МАЛІ ТЕПЛИЧНІ ГОСПОДАРСТВА

Сабо А.Г., к.т.н.,**Кашкарьов А.О., к.т.н.****anton.kashkarov@tsatu.edu.ua***Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми. За даними Державної служби статистики у малих тепличних господарствах (приватні, сімейні, зареєстровані та не зареєстровані) вирощується понад 85% овочів (88% - 2013 рік; 86% - 2014 та 2015 роках). Значну долю займають овочі, які вирощені у спорудах закритого ґрунту (29,7%, 30,8% та 20,3% відповідно). Серед них у спорудах закритого ґрунту у 2015 році було вирощено 26,6 % огірків та 12,9% томатів від загального вражаю огірків і томатів по Україні. Збільшення вартості енергоресурсів призвело до зменшення площі овочевих культур у закритому ґрунті з 9,8% до 6,9%. Розвиток приватного тепличника сприяє зайнятості населення, продовольчої безпеки держави, а також сприяє розвитку великій кількості галузей промисловості.

Ведення тепличного господарства та успішна його економічна діяльність є складним, багатofакторним та фондоємним процесом.

Постановка завдання. Підвищення продуктивності господарств та ефективність їх діяльності можливе за рахунок впровадження у бізнес процесу сучасних інформаційних технологій, які сприятимуть підвищенню професійної компетенції господаря з рівними правами доступу на умовах передплаченого сервісу.

Основні матеріали дослідження. Господар при плануванні та здійсненні бізнес-процесів приймає рішення інтуїтивно, спираючись на власний досвід, досвід колег та колективні аналітичні рішення, які проходять ретельний інтуїтивно-аналітичний аналіз власних ресурсів. Особливості менталітету вітчизняних тепличників, які у складній політичній та економічній ситуації, здійснюють фондоємну економічну діяльність. Саме фондоємність виробництва не дозволяє їм експериментувати із ТП і витратами на не виробничі заходи. Успішне виконання етапів планування, вирощування та реалізації «за підручниками» вимагає участь широкого кола спеціалістів високої кваліфікації. Їх залучення до роботи підвищує собівартість кінцевого продукту.

Додає складності оточуюче середовище, що сприяє порушенню температурно-вологісного режиму. Не рідко із-за бажання заощадити на енергоресурсах приймаються стратегічно не вірні рішення, які призводять до пошкодження розсади або дорослих рослин. Це призводить до надмірної витрати енергоресурсів або часткової втрати врожайності при надлишковій економії. Головними причинами гальмування впровадження різних видів автоматизації є вартість впровадження послуг моніторингу та автоматизації.

Додатковою проблемою теплиць малих підприємств є ризики ведення бізнесу, які пов'язані з антропогенними факторами – людський фактор спостереження за теплицею, крадії, вандали, рейдери та ін. Людський фактор спостереження за теплицею сприяє порушенню технологічного процесу підтримання параметрів мікроклімату (забути закрити або відкрити фрамуги чи двері), що може завдати бізнесу невідвратної шкоди на ранніх етапах технологічного процесу. Крадії, вандали та рейдери можуть завдати суттєвих збитків на кінцевих етапах технологічного процесу (ТП) та початкових етапах реалізації.

Участь у веденні ТП вищих навчальних закладів сприятиме покращенню репутації вищої освіти та підготовці фахівців з мінімальним терміном адаптації на місцях. Наукова складова отримає доступ до реальних даних виробничих процесів. Необхідно зазначити, що отримана інформація може бути використана при організації наукових конкурсів, студентських «мозкових штурмів» при вирішенні виробничих і наукових проблем різного рівня.

Використання ІР-камер знижує вартість впровадження відеоспостереження та надасть доступ до нагляду за об'єктом з будь-якого комп'ютера або смартфона. Надійність отримання та збереження зображень гарантується використанням хмарним сховищем даних. Зниження вартості використання відео спостереження - за рахунок сезонної абонентської плати за роботу на сервері.

Вказані заходи дозволяють реалізувати ряд додаткових сервісних послуг на правах використання сучасних програмних комплексів для рекомендацій до прийняття управлінських рішень та залучення віддалених кваліфікованих спеціалістів (агротехнічні заходи).

Висновок. Пропонований підхід дозволяє поетапне впровадження автоматизації ТП малих тепличних господарств, що дозволить залучити сектор виробників та дистриб'юторів технічних засобів автоматизації та «відкрити дорогу» ІТ-технологіям. При певному рівні впровадження інформаційних технологій стає можливим моніторинг ТП фаховими спеціалістами різних галузей і напрямів, оцінка врожайності, дотримання ТП та накопичення даних для впровадження інтелектуальних алгоритмів обробки вхідної інформації.

УДК 66.047.3.085.1

**ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ СУШКИ
НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ВИХІДНОГО ПРОДУКТУ СУШІННЯ****Тодоріко О.М., інженер****e-mail: nkatk@kahovka.net***викладач вищої категорії Новокаховський агротехнологічний коледж
Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми. У світовій практиці у зв'язку з дефіцитом енергоносіїв, а також їх дорожнечою широке поширення отримує використання поновлюваних джерел енергії, вітрових, сонячних та ін.

В південній частині України і особливо в сільській місцевості, де вартість енергоносіїв обходиться дорого товаровиробникам, ця проблема має виключно велике значення. Дорожчання паливно-енергетичних ресурсів призводить до використання автономних засобів на основі використання поновлюваних джерел енергії, як, наприклад, реалізація можливостей комплексного використання електроенергії для сушіння плодоовочевої продукції з використанням нових енергетично низькозатратних методів сушіння.

Для підвищення ефективності і продуктивності сушарної установки і інтенсифікації технології виробництва сушених продуктів рослинного походження з використанням ІЧ енергії важливим є визначення впливу таких технологічних параметрів процесу сушіння, як температурний режим, час сушіння і розміри і форми сировини, що піддається до сушіння.

Основні матеріали дослідження. Відомі роботи де показано, що при вивченні процесу сушіння важливим показником є експериментальне дослідження. Тому основна увага при вивченні процесу сушіння приділялася окремому вивченню впливу технологічних чинників на інтенсивність виділення вологи. Вибір незалежних змінних був обумовлений основними закономірностями технологічного процесу сушіння, де основну роль при обезводненні грали: температурна зона знаходження маси, час її витримки при заданій температурі, і третім змінним був вибраний середній розмір товщини часточок, який чинив істотний вплив на інтенсивність виділення вологи.

Підготовка сировини проводилася шляхом миття продукції, нарізки кубиків і часточок різної товщини. Нарізана на кружечки або часточки різною товщиною цибуля, поміщалася в сушарню установку.

В ході сушіння вимірювалося значення температури в сушарці цифровими вимірювачами температури (з періодом в 1 годину).



Рисунок 1. Досліджувані зразки

Досліджувані зразки укладалися на стелаж тільки в одному рівні, оскільки при розташуванні декількох рівнів термодинамічні параметри в кожному рівні відрізнялися. По кожному варіанту згідно з планом дослідження визначався час сушіння.

В результаті досліджень встановлено, що зміна вологовмісту в продуктах сушіння залежала від товщини нарізки, тривалості обробки і температури.

Отримані залежності є лінійними. Межі зміни чинників мають невеликий діапазон, сушка проходить в м'якому режимі. Більше значущим чинником є температурний режим в усіх трьох моделях, також цей чинник змінюється залежно від вологості матеріалів.

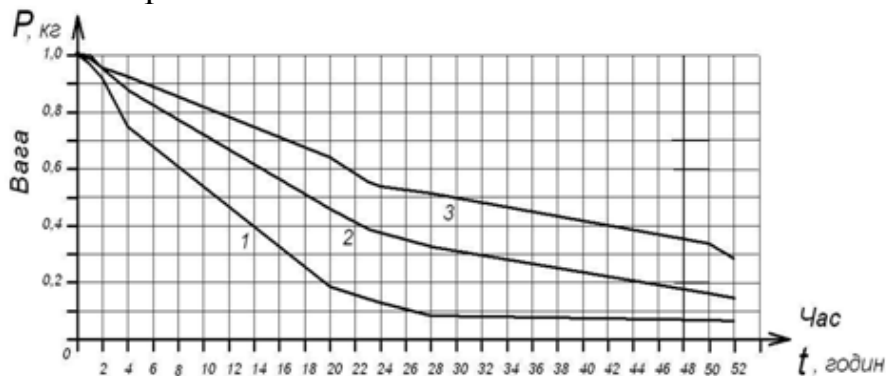


Рисунок 2. Досліджувані зразки через шість годин

Слід зазначити, що серед усіх чинників значущими є розміри частки (товщина нарізки). Нижче в таблиці 1 приведено результати експериментів 12.04.2016 - 15.04.2016 р. процесу висушування цибулі.

Проведено багатофакторний експеримент за визначенням впливу температури, часу витримки і розміру частки сировини на вологість і склад кінцевого продукту в сушильній установці. За результатами дослідження отримані лінійна модель процесу сушіння цибулі.

Як функція представлені вологості кінцевих продуктів і вивчена залежність динаміки сушіння від часу. Результати динаміки сушіння представлені на рис. 3



1 – товщина 5 мм; 2 – товщиною 10 мм; 3 – товщиною 15 мм.

Рисунок 3. Динаміка сушіння цибулі:

З графіка, що характеризує динаміку і тривалість сушіння залежно від способу і товщини нарізки, видно, що найбільш оптимальною є нарізка цибулі часточками завтовшки 5 мм.

Висновки.

Встановлені математичні залежності першого порядку зміни вологості цибулі від температури сушіння, тривалості теплової обробки і розмірів висушуваного матеріалу. Істотними параметрами були температурний режим, і розміри часток. По динаміці сушіння і за тривалістю сушіння найбільш оптимальною є нарізка цибулі часточками завтовшки 5мм.

У часток цибулі завтовшки 15мм через 3 доби процесу сушіння спостерігається розвиток бактерій, також при цій товщині значно (в кілька разів) збільшується час сушіння.

Спосіб нарізки продукції впливає також на його корисні властивості та на зміст поживних показників, зокрема на вміст вітамінів.

Використовування температури не вище 42°C дає можливість зберегти біологічно активні речовини під час процесу сушіння. Не менш важливим фактором є низькі енергозатрати на процес сушіння.

Список використаних джерел

1. Jona feat fruit Patent / USA.,1979.– 157-620 p.
2. *Muhhlbaner W.* Getreide und Maistocknungmitonnen energie / *W. Muhhlbaner* – Agrartech. Internat.,1977.Bd. 57, № 5.– 58-60 p.
3. Raise in raincoats beat the heat / American fruit Grower., № 5. –P., 1985.–22-32.
4. *UltanovaI.B., KhazimovK.M., KhazimovM. Zh.* Determination of thermal performance the fruits pulpofmelons / Agro in žineriairenergetika. 2014., – 121-127 p.
5. *Тажибаев Т.С.* Технология переработки и хранения овощей и фруктов. Пособие для высших учебных заведений / *Т.С. Тажибаев* – Алматы, 2010., - 281 с.
6. *Хазимов К.М.* Подбор типа полиэтиленовой пленки в качествеэ-крана в солнечной сушилке для сушки овощей / *К.М. Хазимов*, 2014. – 61-68 с.

УДК 004.3

НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПАРАМЕТРІВ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЗМІННОЇ СТРУКТУРИ

Чаусов С.В., к.т.н.**e-mail: sergio.chausov@gmail.com***Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми. Особливості формування критеріїв керування та математичних моделей технологічних об'єктів, обумовлені маркетинговими та економічними особливостями сьогодення не можуть бути реалізовані при стандартних методиках розробки систем керування зі змінною структурою. Тому виникає необхідність перегляду класичних підходів синтезу систем зі змінною структурою та методів визначення критеріїв керування, яка є ще більш актуальною з огляду на розробку новітніх технічних засобів автоматизації.

Постановка завдання. Підвищення якісних показників технологічних процесів за рахунок нових принципів синтезу структурних змін систем автоматизованого керування (САК) на базі цифрових технічних засобів із використанням адаптивних критеріїв керування.

Основні матеріали дослідження. Один з перспективних напрямків розвитку САК пов'язаний зі створенням систем керування зі змінною структурою і систем координатно-параметричного керування. У таких системах структура змінюється тільки за рахунок зміни структури керуючого пристрою в залежності від зовнішніх умов, станів об'єкта керування, його структури з організацією заданих технологічних режимів (рис 1.). Як правило, система зі змінною структурою – це САК, що складається з сукупності окремих безперервних підсистем з певним правилом переходу в процесі функціонування від однієї структури даної сукупності до іншої. Структуру такої системи може бути змінено як під час процесу керування так і під час організаційних заходів обумовлених технологічними особливостями об'єкту керування. При цьому пристрої керування виробляються параметричні керуючі впливи для досягнення об'єктом заданих властивостей і координатні – для отримання необхідних траєкторій станів і вихідних впливів. Структура об'єкта цілеспрямовано для цілей управління не змінюється. Але може бути змінена за технологічними вимогами об'єкту.

САК зі змінною структурою може складатися з окремих детермінованих підсистем, які послідовно або паралельно включаються в роботу. Основною спільною особливістю є різка зміна параметрів або

структури в цілому за випадковим законом. При застосуванні зазначених систем вдається автоматизувати процеси перемикавання різних алгоритмів управління, забезпечити максимально точне управління, як при різних технологічних вимогах так і технологічних умовах функціонування при наявності випадкових відхилень.

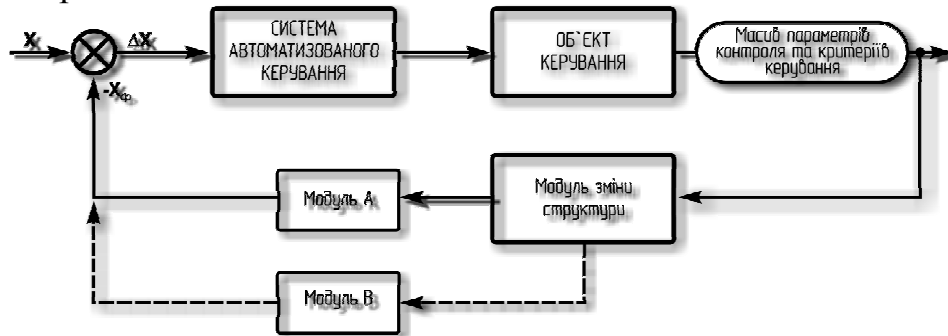


Рисунок 1. Структурна схема системи зі змінною структурою

Сучасний стан синтезу САК не дозволяє ефективно вирішувати ряд практичних завдань через обмеженість існуючих підходів. Використовувані в даний час методології структурного і об'єктно-орієнтованого проектування орієнтовані на побудову попередньо специфіковані моделі технологічної системи як об'єкта керування. При цьому зміна моделі під час функціонування системи пов'язана зі значними труднощами. У той же час реалізація САК в реальних умовах, при наявності зовнішніх збурень, вимагає поєднання традиційного підходу зі зміною структури процесу на основі поточних даних.

Окрім цього з'являються нові підходи до визначення як критеріїв керування так і структури систем, обумовлені маркетинговими підходами до визначення як асортименту так і показників продукції, що виробляється. Класична теорія синтезу та аналізу систем зі змінною структурою базується насамперед на теорії лінійних систем із деякими допущеннями про нелінійність в ряді контурів або блоків. Але тренди розвитку сучасних технічних засобів синтезу САК свідчать про неминучий та бурхливий розвиток цифрових пристроїв як в якості блоків прийняття рішень керування так і модулів визначення стану технологічного процесу і пристроїв реалізації впливів керування. Такі тенденції якщо ще не призвели до повного переходу на цифровий принцип керування то однозначно перепрофілюють всі системи на цей принцип в найближчому майбутньому. Окрім цього системи керування на базі цифрових технічних засобів можуть забезпечити значно більшу гнучкість як при визначенні варіантів структури так і при виборі і реалізації критеріїв керування ніж класичні системи.

Висновок. Таким чином, застосування нових підходів при синтезі САК зі змінною структурою дозволить досягти покращити використання енергоресурсів та якості готової продукції.

СЕКЦІЯ 4.**АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ
ТА ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ**

УДК 620.92

ОЦІНКА ГРАДІЄНТІВ ГЕНЕРУЮЧОЇ ПОТУЖНОСТІ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Кузнєцов М.П.*, д.т.н.,**Лисенко О.В.****, к.т.н.**e-mail: helga_vl@ukr.net**** Інститут відновлювальної енергетики**** Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми. На теперішній час у світі актуальним завданням енергетики є пошуки оптимальних варіантів енергозабезпечення та енергонезалежності за рахунок зменшення споживання імпортованих енергоресурсів, у першу чергу для України – природного газу.

За показником енергоемності ВВП України в декілька разів перевищує показники розвинених країн Західної і Східної Європи. Енергоемність ВВП України (дані на 2014 рік) становила 0,348 кг умовного палива на долар виробленої продукції. Питомі енерговитрати України (на \$1 ВВП) в середньому перевищують рівень Великобританії в 4,8 рази, Туреччини в 3,8 рази, Польщі в 3 рази, Білорусії в 1,8 разів.

Це свідчить про гостру необхідність для України підвищення рівня енергоефективності, впровадження альтернативних енергозаощаджуючих технологій для зміцнення національної енергетичної безпеки, і має бути однією з пріоритетних цілей державної політики.

Постановка завдання. Оцінка градієнтів поточної генеруючої потужності вітроенергетичних установок за характеристиками вітрового потоку на прикладі метеоданих, отриманих з Ботіївської ВЕС у Приазовському районі Запорізької області.

Основні матеріали дослідження. Протягом останніх років в Україні діяли 12 державних вітряних електростанцій із сумарною встановленою потужністю 94 МВт, що становить лише 0,2% від загального обсягу генеруючих потужностей в Україні.

Аналізу спостережень метеорологічних показників та оцінці вітрового режиму території України присвячено ряд робіт вітчизняних фахівців. Але вивчення особливостей вітрового режиму та, як наслідок, енергетичних показників вітрового потоку окремих регіонів України майже не проводилося.

Важливою характеристикою вітрового режиму є його поривчастість, в даному випадку темп зміни швидкості вітру за короткий часовий проміжок. Для стабільної роботи електричної мережі показовим є темп зміни генеруючої потужності. Наявні метеодані дають можли-

вість оцінити зміну потужності ВЕУ за 10 хвилин, яку можна розглядати як випадковий елементарний стрибок потужності. Використовуючи нелінійну залежність (1), масив даних щодо швидкості вітру трансформуємо в масив значень потужності ВЕУ.

$$P_1(v) = \begin{cases} 0, & v < V_0, v \geq V_m \\ P(v, a_1, a_2, \dots), & V_0 \leq v \leq V_p \\ P_w, & V_p < v < V_m \end{cases} \quad (1)$$

де V_0 , V_p та V_m – стартова, розрахункова (що відповідає номінальній потужності P_H) та максимальна швидкості вітру, a_i – параметри, що описують вигляд кривої потужності на ділянці без обмежень.

Результати підрахунку фактичних даних вказують на дещо вищі показники елементарних стрибків потужності, ніж розраховані за квантилями нормального розподілу. Фактичний розподіл відповідає нормальному за параметром симетрії, проте не відповідає за параметром ексцесу. Коригування величини середньоквадратичного відхилення дозволяє досить точно моделювати фактичний розподіл нормальним – в даному випадку достатньо вважати σ меншим на 20% порівняно з фактичним значенням.

Основні закономірності розподілу стрибків потужності справедливі на висотах 66 м та 94 м. Цей висновок важливий при проведенні передінвестиційних досліджень для проектів будівництва ВЕС. Прийняті в даний час правила передбачають не менш як річний цикл вимірювання швидкості вітру безпосередньо на майданчику планованого будівництва. При цьому висота розташування датчиків швидкості вітру має бути якомога ближчою до осі ротора ВЕУ, які проектуються до встановлення, проте не менше як на 2/3 цієї висоти. Отже, досліджені дані свідчать про допустимість мінімальної в заданих межах висоти вимірів, що суттєво впливає на вартість вимірювання.

Розглянемо, наскільки тривалими є процеси зміни потужності, для чого аналогічним чином розглянемо стрибки потужності за 30 хв та за 1 годину. Використаємо дані вимірів на висоті 94 м. Розрахунок величини стрибків виконується методом ковзного вікна, тобто розглядаються всі можливі різниці потужності з відповідним зсувом по часу.

Висновок. Досліджені показники вітрового режиму дозволяють точніше спрогнозувати роботу вітроелектричної станції в досліджуваному регіоні та її вплив на характер постачання електроенергії при роботі у складі централізованої чи локальної енергосистеми. При цьому перелік досліджених параметрів не є вичерпним, потреба в додаткових дослідженнях визначається особливостями роботи енергосистеми як в частині генерування, так і споживання електроенергії.

УДК 621.311

КОМПАКТНЫЕ УПРАВЛЯЕМЫЕ САМОКОМПЕНСИРУЮЩИЕСЯ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Постолатий В.М., д.т.н.**e-mail: vpostolati@rambler.ru****Быкова Е.В., к.т.н.***Институт Энергетики Академии Наук Молдовы*

Проблемы в области передачи электроэнергии

Основными проблемами развития современных электроэнергетических систем являются проблемы повышения пропускной способности электропередач, управление режимами энергосистем, обеспечение статической и динамической устойчивости, снижение потерь мощности и энергии, уменьшение экологического влияния, снижения капитальных вложений на строительство линий электропередач, сетей и подстанций и другие энергетические объекты.

Выполненные исследования и анализ показали, что реально имеются значительные возможности улучшения технических и экономических показателей линий электропередач переменного тока.

Это предлагается реализовать путем создания управляемых многоцепных (и в частности – двухцепных) самокомпенсирующихся высоковольтных линиях электропередачи (УСВЛ).

Цель работы

Настоящая работа имеет своей целью изложить результаты исследований электропередач нового типа – управляемых самокомпенсирующихся высоковольтных линий (УСВЛ).

Они позволяют значительно повысить пропускную способность, создать принципиально новые возможности управляемости энергосистем и улучшения их технико – экономических показателей.

Тематика УСВЛ особенно актуальна в настоящее время в связи с интенсивным развитием исследований и разработок так называемых гибких электропередач переменного тока (FACTS).

Формированию основных концептуальных положений создания УСВЛ предшествовали работы в области исследований разомкнутых линий, а также результаты теоретических и экспериментальных исследований полуразомкнутых линий электропередач, дальнейших работ в области управляемых самокомпенсирующихся линий электропередачи и фазорегулирующих устройств, а также разработок современных средств компенсации и регулирования.

В данной работе освещается ряд аспектов, связанных с направлением исследований и разработок в области УСВЛ.

Основные результаты исследований,

Исследования в области УСВЛ были начаты в 1966 г. Отделом Энергетической кибернетики Академии наук Молдовы, совместно с Кафедрой электрических систем Московского Энергетического Института (МЭИ).

В дальнейшем они были продолжены с участием ряда других научно-исследовательских, проектных и производственных организаций. К настоящему времени выполнены научные исследования и разработки вариантов двухцепных УСВЛ различных классов напряжения.

Выполнены сопоставления их технических и экономических показателей с другими вариантами. Показано преимущество УСВЛ по целому ряду основных показателей по сравнению с традиционными ВЛ.

Предложенные компактные двухцепные и многоцепные управляемые линии электропередачи воплощают в себе комплекс новых технических решений. Они предусматривают создание нетрадиционных конструкций, новых схем соединений фаз, применения новых принципов регулирования и аппаратного оснащения.

Компактность конструкции достигается путем сближения на минимальное расстояние фаз разных цепей, допустимое с учетом максимальных рабочих напряжений, грозовых и коммутационных перенапряжений.

Отличия схем и принципов регулирования состоят в том, что к сближенным фазам разных цепей подаются напряжения, вектора которых сдвинуты на регулируемых в пределах 0-180 электрических градусов с помощью специальных фазопоротных трансформаторов или применения соответствующих схем соединения, обеспечивающих указанный угол в пределах 0-120 градусов без указанных устройств.

Комплекс новых технических решений позволяет создавать электропередачи повышенной пропускной способности с регулируемыми режимными характеристиками и улучшенными, по сравнению с традиционными линиями, экономическими и экологическими показателями. Исследования, разработки и практический опыт создания УСВЛ показал, что данный новый тип линий электропередач по сравнению с традиционными при прочих равных условиях позволяет увеличить пропускную способность в 1,2-1,5 раза, снизить удельные капитальные затраты на 15-30%, улучшить режимные параметры, уменьшить на 20-30% площади земельных угодий, отчуждаемых под строительство.

УСВЛ имеют свои особенности и отличия. Это потребовало дополнительных разработок новых методик расчета и новых подходов к выбору основных схем, конструкции и аппаратного оснащения.

Выводы

1. Компактные управляемые двухцепные самокомпенсирующиеся высоковольтные линии электропередач (УСВЛ) в сочетании с устройствами FACTS и одноцепные компактные ВЛ обладают рядом достоинств и могут быть успешно использованы, как для транспорта электроэнергии на большие расстояния, так и применены в распределительных электросетях.

2. Выполненные исследования и проектные разработки, опыт строительства вариантов УСВЛ и проведенные экспериментальные работы подтверждают возможности реального применения компактных управляемых самокомпенсирующихся ВЛ в сочетании с устройствами FACTS в отдельных, а также в объединенных энергосистемах для решения проблем транспорта и распределения электроэнергии, улучшения параметров режимов энергосистем и получения значительного экономического эффекта.

УДК 662.76:662.71:661.183.2

ВИРОБНИЦТВО БІОВУГІЛЛЯ З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Клюс В.П., к.т.н.,

biomassa@ukr.net

Жовмір М.М., к.т.н., с.н.с.;

Клюс С.В., н.с.

Інститут відновлюваної енергетики НАН України

Постановка проблеми. Проблему дефіциту власних енергоносіїв в Україні слід вирішувати за рахунок збільшення використання місцевих видів палива (біомаси, торфу, бурого вугілля). Проте біомаса має низьку енергетичну щільність, внаслідок чого транспортування необробленої біомаси на значні відстані є економічно недоцільним.

Постановка завдання. Одним з напрямків енергетичного перетворення біомаси, зокрема рослинних відходів, є термічна переробка шляхом торефікації та карбонізації. За технологією карбонізації виробляється піролізний газ і біовугілля, при цьому важливим завданням є покращення їх енергетичних та технологічних характеристик (теплоти згоряння газу, енергетичної щільності біовугілля).

Основні матеріали дослідження. В залежності від сорбційних характеристик біовугілля поділяється на 2 групи: звичайне і активоване. На рис. 1 наведено схему процесів фотосинтезу біомаси і виробництва з неї біовугілля.

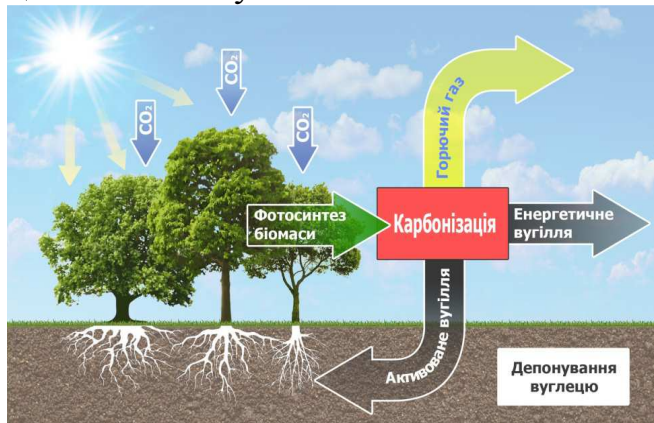


Рис 1. Схема фотосинтезу і карбонізації біомаси



Рисунок 2. Мобільна установка для карбонізації біомаси

При торефікації або м'якому піролізі за температури 160–340 °С з біомаси виділяється волога, вуглекислий газ, а вміст вуглецю підви-

щується до 70% і більше. Вихід торефікованої біомаси становить 50–65%.

Карбонізація біомаси з вологістю до 50% відбувається методом окислювального піролізу за температури 500–800 °С. Крім біовугілля з вмістом вуглецю до 93% виробляється також і малосмольний горючий газ. Вихід біовугілля становить 20–30%, теплота згоряння 25–27 МДж/кг. Вихід горючого газу – 1,0–1,6 м³/кг, теплота згоряння 5,4–7,6 МДж/м³. На рис. 2 наведено фото мобільної установки для карбонізації біомаси.

Звичайне біовугілля рекомендується брикетувати і використовувати як висококалорійне бездимне паливо для промисловості і побуту. Пріоритетним напрямком використання активованого біовугілля є видалення з атмосфери вуглекислого газу для боротьби з глобальним потеплінням. Це видалення можна зробити шляхом карбонізації біомаси і внесення виробленого біовугілля у верхній родючий шар ґрунту. Сутність дії біовугілля в ґрунті полягає в адсорбції рідких і газоподібних речовин, а також покращенні структури ґрунту.

Для виробництва біовугілля можна використовувати соломку ріпаку, стебла кукурудзи та соняшнику, загальна кількість яких становить від 23 до 30 млн. тонн щорічно [1,2].

Висновок. В Україні є значні ресурси рослинної біомаси, придатної для виробництва біовугілля. Розроблені мобільні установки для виробництва біовугілля, використання яких в індивідуальних господарствах дозволить підвищити зайнятість сільського населення, отримати екологічно чисте паливо, а також адсорбент для внесення в ґрунт в якості добрива.

Список використаних джерел

1. Енергоефективне перетворення біомаси в горючий газ і біовугілля в газогенераторах щільного шару палива: автореферат дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.14.08 / С. В. Ключ. – Київ, 2016. – 22 с.
2. Експериментальні дослідження процесів енерготехнологічного перетворення біомаси в реакторах щільного шару палива/ С. В. Ключ // Вісник енергетики №3(42), 2015, – С. 85-92

УДК 620.9

КОГЕНЕРАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ ВДЕ В АПК**Жарков А.В., інженер*****Жарков В.Я., к.т.н.** e-mail: zharkov_victor@mail.ru****Таврійський державний агротехнологічний університет**** Сумський національний аграрний університет*

Постановка проблеми. Політика енергоефективності має охоплювати усі галузі економіки та сектор домогосподарств при пріоритетності реалізації заходів, які забезпечують максимізацію ВВП при мінімізації енергетичних витрат. Окрім розвитку комерційної відновлюваної енергетики (ВЕ), в Україні є необхідність розвивати некомерційну, в першу чергу, «сільську», «фермерську», «для двору». Такі самостійні невеликі системи служать децентралізації енергопостачання, дозволяють диверсифікувати джерела енергії і можуть зробити більш енергонезалежною Україну, і фермерів зокрема. Якщо держава не може забезпечити фермерів «зеленою» енергетикою, то принаймні хай не заважає.

Аналіз останніх досліджень. Паризька кліматична угода, яка набула чинності 4.11.2015 р. взамін Кіотського протоколу, має стримати глобальне потепління на планеті. Згідно з договором, уряди всіх країн, які ратифікували її, і Україна зокрема, тепер зобов'язані стримувати зростання середньої температури на рівні не більше 2°C. Отже без ВЕ нам не обійтися. В Україні належної уваги малопотужним технічним засобам перетворення ВЕ в електроенергію і теплоту не приділяється, хоча потенційних власників малої ВЕ досить багато.

Формулювання цілей статті. Міжнародна науково-практична конференція «Відновлювана енергетика та енергоефективність у ХХІ ст.» (Київ, вересень 2016р.), ухвалила «науково-дослідним організаціям, учбовим закладам, які займаються питаннями енергозабезпечення і енергозбереження, рекомендувати продовжити, розширити та поглибити дослідження за напрямком: розробка когенераційних технологій виробництва теплової і електричної енергії на базі використання ВДЕ для домогосподарств». На це й спрямована представлена наукова робота. Цьому сприяють і ЗУ «Про когенерацію» та «Про альтернативні джерела енергії», із змінами 2016, №1.

Основна частина. На опалення і гаряче водопостачання у світі витрачається близько третини палива. Разом з тим, 40% енергії селянинові потрібні у вигляді низькопотенційної теплоти (НПТ). Витрача-

ти високоякісну електричну енергію на отримання НПТ протиричить здоровому глузду. НПТ необхідно отримувати від ВДЕ - за рахунок енергії Сонця, вітру, біомаси тощо. З початку ХХІ ст. в ТДАТУ ведуться наукові роботи щодо перетворення енергії вітру в інші корисні форми, зокрема запропоновано індукційний спосіб перетворення енергії вітру в теплоту, розроблено і запатентовано більше 10 варіантів індукційних пристроїв перетворення енергії вітру в теплоту (ІПЕВТ), різних за конструкцією, призначенням і ефективністю. На базі ІПЕВТ розроблено присадибний когенераційний вітропарк (патент України №95186, і заявка №201612945 від 19.12.2016) [1] із збудженням від розробленого нами автономного вітрогенератора з аксіальним магнітним полем на неодимових магнітах (патенти України №104467, №108003).

Нами також розроблені і запатентовані Сонячні когенераційні енергоустановки (патенти України №103043, 107333, 10799) з використанням запатентованих нами циліндричних гібридних фотомодулів на базі посудини Дьюара [1].

Висновок. Розробки впроваджені в навчальному процесі ТДАТУ і частково в приватному домогосподарстві, нагороджені медалями на Міжнародному конкурсі винахідників (2013, 2015 р.) в ІХ і ХІ Міжнародному Салоні винаходів і нових технологій "Новий час", м. Севастополь і дипломами за зайняті призові місця на Всеукраїнському конкурсі наукових робіт студентів (2016 рік та 2017 рік).

Список використаних джерел

1. Удосконалення технологій та засобів перетворення відновлюваних і нетрадиційних джерел енергії для сільськогосподарського виробництва: Звіт про НДР (кінцевий) / ТДАТУ; кер. *В.Я. Жарков*; виконавці: *Галько С.В., Діордієв В.Т., Жарков А.В. [та ін.]*.-Мелітополь, 2016.- 160 с.- №ДР 0111U002543.

УДК 621.316.11

СИНТЕЗ СТРУКТУРИ МЕРЕЖ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВ АПК, ЩО МІСТЯТЬ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ

Заболотний А.П., к.т.н.**e-mail: zap@zntu.edu.ua***Запорізький національний технічний університет*

В даний час спостерігається постійне зростання частки «малої» генерації в енергобалансі підприємств АПК. Це пов'язано з широким впровадженням відновлюваних джерел електроенергії, і зокрема, вітроенергетичних установок (ВЕУ).

На жаль, збільшення частки ВЕУ в загальному обсязі генерованої електроенергії створює ряд загальносистемних технічних проблем:

- ускладнення диспетчерського управління електроенергетичною системою;
- ускладнення системи релейного захисту та автоматики, а також протиаварійного управління;
- кожна ВЕУ має свої динамічні характеристики і можливості управління, що призводить до необхідності вирішення проблем електромагнітної сумісності;
- збільшення струмів короткого замикання, що призводить до заміни комутаційних апаратів, зміни налаштувань захистів та ін.

Але основна проблема неузгодженого приєднання розрізнених ВЕУ до мережі - це складність управління і прогнозування режимів роботи енергосистеми, пов'язані з виникненням перетоків потужності по мережі.

Тенденції зростання тарифів на електричну енергію обумовлюють значне збільшення складової вартості втрат електроенергії в мережах при її передачі і розподілі. Особливої актуальності це набуває в мережах електропостачання підприємств АПК, що обумовлено їх протяжністю, розгалуженістю та використанням низьких класів напруги.

Зменшення складової вартості втрат електроенергії можливо лише шляхом оптимізації структури під час реконструкції існуючих мереж електропостачання.

Ключовим завданням при формуванні оптимальної структури мережі електропостачання є задача визначення кількості джерел живлення і розподіл за ними приймачів електроенергії, а також обладнан-

ня проміжних вузлів навантаження (рівнів розподільчої мережі) з урахуванням розрізнених ВЕУ.

Основні підходи при вирішенні завдань побудови оптимальної структури мережі електропостачання базуються на використанні оціночних та оптимізаційних моделей. Перші служать для визначення техніко-економічних показників для заданого проектувальником варіанту мережі. Другі - для визначення оптимального варіанту конфігурації мережі в межах прийнятих проектувальником припущень відповідно до прийнятого критерієм оптимальності. При цьому в оптимізаційних моделях необхідно враховувати дискретність деяких величин (перетин проводів та кабелів, потужність і кількість трансформаторів, кількість приєднань до РП і т.д.).

Пропонується застосувати метод еквіпотенціальних поверхонь з метою синтезу оптимальної структури мережі електропостачання, що містить ВЕУ з точки зору втрат електричної енергії та мінімізації капітальних вкладень на її побудову.

УДК 621.316.925

ПРОБЛЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОЇ ТА СТІЙКОЇ РОБОТИ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК ВИСОКОЇ ТА НАДВИСОКОЇ НАПРУГИ

Ніценко В.В., інженер**e-mail: nickenkovladimir@gmail.com****Кулагін Д.О., к.т.н.****e-mail: kulagindo@gmail.com***Запорізький національний технічний університет*

Надійна та стійка робота електроенергетичної системи (ЕЕС) та її окремих частин перш за все забезпечується злагодженим та надійним функціонуванням пристроїв релейного захисту (РЗ), до яких висуваються жорсткі вимоги щодо швидкодії, надійності, селективності та чутливості. Ці вимоги обґрунтовані надто високою відповідальністю цих пристроїв, що полягає у ліквідації аварійних режимів, які через свою швидкоплинність не можуть бути своєчасно виявлені персоналом. Збірні шини (ЗШ), що входять до складу розподільчих установок високої та надвисокої напруги потужних енергетичних об'єктів (ЕО), є одним із найбільш відповідальних їх елементів, адже через них безперервно здійснюється видача потужності, що генерується електростанціями в ЕЕС, її перетворення та транзит через шини вузлових підстанцій та наступний її розподіл між окремими частинами ЕЕС та локальними споживачами.

Постановка проблеми. Сучасні пристрої РЗ ЗШ мають низку недоліків, що за певних обставин можуть призвести до їх неправильної дії, наслідком якої може бути розвиток аварійної ситуації та завдані нею значні економічні збитки народному господарству, пов'язані із недовідпуском електричної енергії споживачам, пошкодженням їх силового електроустаткування, електричних апаратів, розладом технологічних процесів виробництва, тощо. Окрім того, на ЕО в експлуатації перебувають морально застарілі та фізично зношені комплекти РЗ ЗШ, що потребують заміни у найближчі роки. Подальша їх експлуатація значно знижує надійність та стійкість роботи ЕЕС та підвищує ймовірність розвитку тяжких аварій через відмову або зайве спрацювання таких пристроїв.

Постановка завдання. З огляду на це, необхідно провести дослідження цих недоліків на підставі аналізу причин виникнення випадків неправильної дії пристроїв РЗ ЗШ та розробити заходи з їх усунення, що мають підвищити надійність роботи електроустановок.

Основні матеріали дослідження. Проведений аналіз облікових випадків дії пристроїв РЗ ЗШ на підстанціях ОЕС України напругою 220-750 кВ (а це понад 1000 комплектів) за наведеними даними у щорічних звітах ДП «НЕК «Укренерго» на протязі останніх 20 років (близько 2560 випадків), за якими встановлено, що на частку випадків неправильної дії цих пристроїв припадає майже 2,7% (близько 70) від загальної кількості зафіксованих випадків їх спрацювань та відмови у спрацюванні у разі пошкодження ЗШ, а зокрема серед них: 0,14% - відмова у спрацюванні (5 випадків) та 2,5% - надлишкова або хибна дія (65 випадків). Аналіз причин виникнення цих випадків дозволив виявити недоліки, що характерні для сучасних пристроїв диференційного струмового захисту шин (ДЗШ), основними серед яких є: відсутність дієвих методів компенсації похибок ТС, що дозволяють знизити вимоги до точності їх роботи в аварійних режимах; відсутність досконалих та структурованих методик налаштування РЗ ЗШ, застарілість та технічна недосконалість схемних рішень, а також відсутність засобів автоматизації трудомісткого процесу розрахунку робочих уставок параметрів налаштування захисту, що більш як у 50% випадків призводить до його неправильної дії. Варто відзначити, що сучасні пристрої РЗ ЗШ вітчизняного виробника за своїм принципом дії дублюють пристрої радянського зразку з високими вимогами до точності роботи трансформаторів струму (ТС), складністю забезпечення достатньої чутливості захисту, труднощами при розрахунках його уставок та налаштування, натомість закордонні пристрої є більш досконалими, проте вони мають надто високу вартість, складну реалізацію алгоритмів дії, важко доступні для розуміння методики налаштування та потребують адаптації до експлуатації в умовах вітчизняних електроустановок.

Пропонуються наступні шляхи вирішення окресленої проблеми:

- технічне вдосконалення існуючих та розробка нових методів реалізації дії сучасного ДЗШ та методик його налаштування, а також вдосконалення типових схемних рішень для різних класів електроустановок з урахуванням новітніх досягнень у галузі РЗ;

- створення нової концепції щодо принципу виконання вимірювальних та логічних кіл РЗ ЗШ, розробка нових методів та методик у межах даної концепції, направлених на впровадження диференційно-фазного принципу його дії.

Висновок. Технічне вдосконалення сучасних пристроїв ДЗШ є інженерною задачею, що вирішується окремо кожним виробником з метою підвищення якісних властивостей та техніко-економічних показників експлуатації цих пристроїв. Другий шлях передбачає розробку принципово іншого методу реалізації алгоритму дії РЗ ЗШ, а саме застосування диференційно-фазного алгоритму його дії, заснованого

виключно на порівнянні фаз струмів усіх приєднань, підключених до спільної системи ЗШ, який на нашу думку є більш досконалим та доцільним для реалізації РЗ ЗШ, що підтверджується проведеними у [1-3] дослідженнями.

Список використаних джерел.

1. *Ніценко В. В.* Аналіз технічних показників ефективності застосування диференційного струмового та диференційно-фазного захисту шин / *В. В. Ніценко, Д. О. Кулагін* // Актуальні проблеми сучасної енергетики : матеріали всеукраїнської наук.-практ. конф. студентів, аспірантів, молодих вчених, 24-26 трав. 2017 р., Херсон, Україна / Херсонський нац. техн. ун-т. – Херсон, 2017. – 163с.
2. *Ніценко В. В.* Розробка засобів підвищення селективності дії диференційно-фазного захисту збірних шин при насиченні трансформаторів струму / *В. В. Ніценко, Д. О. Кулагін, П. В. Махлін* // Енергетика: економіка, технології, екологія. – К. : НТУУ КПІ, 2016. – Вип. 4/2016. – С. 43-52.
3. *Ниценко В. В.* Исследование основных расчетных параметров дифференциально-фазной защиты сборных шин энергообъектов и факторов электрической сети, оказывающих влияние на их выбор / *В. В. Ниценко, Д. А. Кулагин, П. В. Махлин, А. Н. Климко* // Електротехніка та електроенергетика. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2015. – Вип. 2/2015. – С. 87-94.

УДК 664.8.375:635

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОТОКОВ ЭНЕРГИИ ПРОЦЕССА ЗАМОРАЖИВАНИЯ ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

Постол Ю.О., к.т.н.,

e-mail: postol-melitopol@yandex.ua

Стручаев Н.И., к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет

Постановка проблемы. Обеспечение населения овощной продукцией на протяжении всего года является одной из важнейших задач сельскохозяйственного производства и перерабатывающей промышленности. Одним из путей решения этой задачи является увеличение выпуска замороженной продукции, что требует энергетического анализа процесса замораживания, но достаточно полная информация отсутствует [1, 2, 3], что требует применения новых методов.

Постановка задачи. Целью исследований является анализ потоков энергии с учетом её источников, и возможных изменений количественных и качественных характеристик энергоносителя при замораживании овощей различных типов, для выбора режимов хранения при отрицательных температурах.

Основные материалы исследования. Низкотемпературное хранение требует непрерывного контроля параметров в холодильной камере и в самом продукте. Основой параметрического анализа является структурная схема технологических процессов (ТП), с указанием технологических потоков. На первом этапе составляется структурная схема, анализируются материальные потоки. Анализ потоков энергии проводится с учетом источника, формирующего данный поток. Исследуется изменение тепловой нагрузки в различные периоды ТП.

На втором этапе осуществляется декомпозиция техпроцесса на отдельные технологические операции и разработка структурно-параметрических схем звеньев. Количественные характеристики: расход энергоносителя G , масса m продукции относятся к группе управляющих воздействий $y(j)$, или к возмущениям $x(j)$, например изменение погодных условий. Качественные характеристики: наличие сахара или влаги в сельскохозяйственной продукции, влияющие на их энтальпию, теплоемкость, а также криоскопическая температура $t_{кр}$ относятся к неуправляемым возмущающим воздействиям $x(j)$.

На третьем этапе осуществляется оптимизация номенклатуры показателей качества $z(i)$ сельскохозяйственной продукции: содержание микрофлоры, вкусовые качества, содержание сахаров, витаминов,

усушка и т.д. Анализ технологических потоков позволил определить возмущающие воздействия, которые необходимо учитывать: – давление на входе в магистраль хладагента $p_e \pm dp_e$; – температура хладагента $t_e \pm dt_e$; – масса замораживаемой овощной продукции (источник теплоты) $m_p \pm dm_p$; – температура наружного воздуха $t_n \pm dt_n$.

Для определения толщины подмораживаемого слоя при подготовке нарезанных кусочков необходимо выполнение условия, чтобы количество теплоты оставшиеся в теле кубика было меньше количества теплоты необходимого для плавления подмерзшего слоя.

$$Q_{\text{подмор}} = c_{\text{зам}} \cdot \rho_{\text{зам}} \cdot V_{\text{зам}} \cdot (t_n - t_{\text{кр}}), \quad (1)$$

где $c_{\text{зам}}$ – теплоемкость замерзшей ткани, Дж/(м³·К), (например теплоемкость замерзшей ткани тыквы $c_{\text{зам}} = 1970$ Дж/(м³·К)); $\rho_{\text{зам}}$ – плотность замерзшей ткани тыквы, кг/м³; $\rho_{\text{зам}} = 930$ кг/м³; $V_{\text{зам}}$ – объем замороженной части тыквы, м³; t_n – начальная температура кусочка тыквы, К; $t_{\text{кр}}$ – криоскопическая температура тыквы, К, $t_{\text{кр}} = 272$ К.

Количество теплоты необходимое для плавления льда в подмерзшем слое

$$Q_{\text{плавл}} = r \cdot \rho_{\text{зам}} \cdot V_{\text{зам}}, \quad (2)$$

где r – теплота плавления, кДж/кг; ($r = 333$ кДж/кг); $V_{\text{зам}}$ – объем подмерзшей части $V_{\text{зам}} = (6L^2 \cdot \delta - 8\delta^3)$, м³; а не замерзшей $V = (L - 2\delta)^3$, м³; L – размер кубика, м.

Решая совместно уравнения (1), (2) относительно (δ) находим толщину подмораживания, обеспечивающую отсутствие оттаивания поверхности кубика тыквы при переходе к основному этапу замораживания, т.е. отсутствие слипания кубиков в блок.

$$\delta = f(c_v, \rho, t_n, t_{\text{кр}}, c_{\text{зам}}, \rho_{\text{зам}}, L, r, t_{(\varepsilon, \tau)}), \quad (3)$$

Выводы. Предлагаемая методика после апробации и уточнения может быть использована для вычисления потоков энергии при замораживании овощей различных типов. В дальнейшем методику можно усовершенствовать введением членов, учитывающих влагосодержание, давление и других объективные физические параметры.

Список использованной литературы.

1. Гиндзбург А.С. Теплофизические свойства зерна, муки и крупы / А.С. Гиндзбург, М.А. Громов. – М.: Колос, 1984. – с. 304
2. Громов М. А. Теплофизические характеристики плодов при отрицательных температурах / М.А. Громов // Консервная промышленность. – 1972 – № 2. – С. 34 – 35.
3. Платонова Е.С. Определение теплофизических характеристик пищевых продуктов в области кристаллизации связанной влаги / Е.С. Платонова // Вестник международной академии холода. – 1999. – Выпуск 1. – С.41 – 44.

ПОКАЖЧИК АВТОРІВ

Безотосний В.Ф.	74	Лазуренко А.П.	28, 30
Борохов І.В.	48	Лисенко О.В.	100
Бурик М.П.	12	Лобода О.І.	62, 81
Быкова Е.В.	102	Логвин К.А.	22
Василенко О.О.	50	Луцак Я.М.	44, 46
Вовк О.Ю.	14, 20	Майбородіна Н.В.	11
Волков М.А.	24	Мельник О.О.	65
Вороновский И.Б.	16	Мовчан С.І.	85
Герасименко В.П.	11	Морозов М.В.	85
Гулевський В.Б.	52, 54	Набокова О.В.	74
Диордиев А.А.	71	Назаренко І.П.	42
Диордиев В.Т.	71	Нестерчук Д.М.	32
Добров Б.С.	22	Ніценко В.В.	111
Жовмір М.М.	105	Островерхов М.Я.	12
Заболотний А.П.	109	Перова Н.П.	52, 54
Закуцкая В.О.	22	Попова І.О.	26, 34
Залеський А.В.	62	Попридухін В.С.	68
Ивахнов А.В.	30	Постнікова М. В.	36
Катюха И.А.	18	Постол Ю.О.	114
Кашкарьов А.О.	56, 92	Постолатий В.М.	102
Квітка О.С.	14, 20	Прудка О.А.	87
Квітка С.О.	14, 20	Речина О.М.	90
Клюс В.П.	105	Сабо А.Г.	90, 92
Клюс С.В.	105	Семерня О.В.	50
Коваль Д.М.	42	Соломаха О.В.	38
Ковальов О.В.	76	Стребков О.А.	39
Козирський В.В.	11	Стручаев Н.И.	114
Козлов В.В.	72, 74	Стьопін Ю.О.	52, 54
Корнус Т.М.	22, 72	Тиховод С.М.	72
Кругол М.М.	28	Тодоріко О.М.	94
Кузнєцов М.П.	100	Чаусов С.В.	97
Кулагін Д.О.	24, 79, 111	Червінський Л.С.	44, 46
Кунденко М.П.	87	Черкашина Г.И.	28, 30
Курашкін С.Ф.	26, 34	Яценко Д.В.	79
Кушлик Р.В.	57	Яценко Т.М.	72
Кушлик Р.Р.	59		

